Agriculture Canada

Research Branch

Direction générale de la recherche

Progress in Research 1983

État de la recherche en 1983

Canada

Progress in Research 1983

État de la recherche en 1983

PUBLICATION 1630, available from Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

© Minister of Supply and Services Canada 1984

Cat. No. A15-1630/1983
ISBN 0-662-53181-7
6.5M-9:84

PUBLICATION 1630, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

N° de cat. A15-1630/1983
ISBN 0-662-53181-7
6.5M-9:84

Cover: The dots on the map represent Agriculture Canada research establishments.

Sur la couverture, les points sur la carte indiquent les établissements de recherche d'Agriculture Canada.

Contents

Foreword 4

Introduction 8
Mandate 8
International activities 8
Research grants to universities and contract research 10

Resources 12
Agrometeorology 12
Land resources 14
Water resources 16
Environmental quality 18
Energy 20

Animals 22
Beef cattle 24
Dairy cattle 28
Sheep 30
Swine 32
Poultry 36
Honey bees 38
Furbearers 40

Plants 42
Cereals 42
Oilseeds 48
Forages 50
Horticulture 58
Field crops 68

Protection 70
Insects 70
Weeds 74
Diseases 78

Food science and technology 80
Food processing 82
Ingredients and new-product development 84
Storage of grains and oilseeds 86
Storage of fruits and vegetables 86
Food safety and nutrition 88

Research and services 90
Biotechnology 90
Engineering and statistics 92
Biosystematics 96
Plant Gene Resources 98
Seed increase service 98
Analytical and Instrumentation Services 98
Research Program Service 98

Appendixes
I Organization of the Research Branch 102
II Map of research establishments 104
III Activities of research establishments 106
IV Program structure of the Research Branch 108

Table des matières

Avant-propos 5

Introduction 9
Mandat 9
Activités internationales 9
Subventions de recherches aux universités et contrats de recherches 11

Ressources 13
Agrométéorologie 13
Terres 15
Eau 19
Qualité de l'environnement 21
Énergie 23

Productions animales 23
Bovins de boucherie 25
Bovins laitiers 29
Moutons 33
Porcs 35
Volaille 39
Abeilles 41
Animaux à fourrure 41

Productions végétales 43
Céréales 43
Oléagineux 47
Fourrages 51
Horticulture 55
Grandes cultures 69

Protection des cultures 71
Insectes 71
Mauvaises herbes 75
Maladies 79

Science et technologie alimentaires 81
Transformation alimentaire 83
Ingrédients et nouveaux produits 85
Entreposage des céréales et des oléagineux 87
Conservation des fruits et des légumes 87
Salubrité des aliments et nutrition 87

Recherche et services 91
Biotechnologie 91
Recherches techniques et statistiques 93
Biosystématique 97
Phytogénétique 97
Services de multiplication des semences 99
Services d'analyse chimique et d'appareillage spécialisé 99
Service aux programmes de recherches 99

Annexes
I Organisation de la Direction générale de la recherche 103
II Carte des établissements de recherches 104
III Activités des établissements de recherches 106
IV Structure du programme de la Direction générale de la recherche 109

FOREWORD

Progress in Research is an annual review of the activities of the Research Branch of Agriculture Canada. It provides other research institutions and the agri-food industry with a brief description of current programs and main research accomplishments.

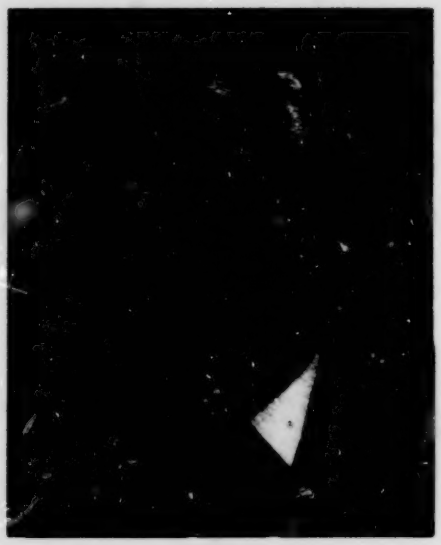
Throughout the years, research has contributed substantially to the success of agricultural development and current production in Canada. Over the past 15 years, agricultural productivity has increased by 25%. Agricultural exports for 1983 generated $9.5 billion, which represents about 11% of total exports of merchandise. The net surplus value of agricultural produce was $4.2 billion, which represents 50% of Canada's total trade surplus, indicating the importance of agricultural exports to a healthy trade balance. Research is essential to increase production of high-quality, low-cost agricultural and food products needed to satisfy export requirements and to keep the proportion of the consumer's net income spent on food below 20%.

Programs at the Research Branch are developed in response to the needs of the agri-food industry, as determined through consultation at all levels of the industry, as outlined in the departmental agri-food strategy for Canada, and as updated in the annual departmental priority memorandum. The development of new technology through research is highly important for ensuring the ultimate success of the agri-food strategy in the 1980s and 1990s. The challenges of the agri-food strategy will be met only by emphasizing and supporting a number of mission-oriented research programs, such as the following:

- development of new knowledge and technology to assist the producer to ensure an adequate supply of agricultural products and food of the desired form and quality while remaining as a profitable enterprise;
- increased effort in soil survey and conservation to encourage the judicious use and proper management of the natural resources that are essential in maintaining agricultural productivity.
- increased research in processing, storage, food quality, and nutrition to develop technological innovation and efficiency in the processing sector; to increase efficiency in the distribution sector; and to ensure the safety, quality, and nutritional value of edible agricultural products.

To support the mission-oriented programs, research will be continued and expanded in the high-priority basic areas, such as biotechnology. Expected results include production of improved pest-resistant cultivars with the use of chromosome substitution, interspecific hybridization, recombinant DNA techniques, cell–protoplast fusion, and tissue culture; insect and weed control with the use of biological control agents in integrated pest management programs; development of cereal cultivars with nitrogen-fixing ability; and the use of enzymes and microorganisms in fermentation processes. Important technological advancements have already been achieved, such as haploid production from anther culture of tobacco, wheat, rapeseed, and other *Brassica* species, that reduce by 50% the time required to develop new cultivars and increase crop production to a level otherwise impossible.

In 1983, the research establishments of the Branch, in striving to meet their goals, published 1014 scientific and 531 miscellaneous papers. The technology resulting from this research was transferred to the agriculture and food industry through provincial



extension services, seminars, committees, and direct contact with farmers and food processors. Sixteen soil reports were published and 20 additional reports are ready for publication. The Research Branch developed 35 cultivars for licensing or release in 1983 including one winter feed wheat and one two-row barley adapted to Eastern Canada, one bromegrass cultivar, two scab-resistant apples, two cherry cultivars, and two potato cultivars. Since the creation of the SeCan Association in 1976, 75% of the cultivars increased and distributed by this organization were developed by the Research Branch of Agriculture Canada. These visible achievements, as well as those outlined in this publication, have a direct impact on crop production efficiency and protection.

In 1983, the Research Branch spent $18.5 million for construction and improvement of laboratories and research facilities; additional construction at a cost of $100 million is planned to take place between April 1984 and March 1987. The construction of the Saint-Jean research laboratory will be completed in 1984. Under the special recovery projects program, the Hon. Eugene F. Whelan, Minister of Agriculture, approved the construction of the food research center at Saint-Hyacinthe to begin in 1984. This facility will be ready for occupancy in 1986 and will employ 96 scientists and support staff. Research activities will focus on the development of new or improved technology for food processing, preservation, and storage; on the development of new ingredients, products, and equipment; and on energy conservation and biotechnology. In the interim, research programs on food processing and on the development of ingredients and new products have been established. Six scientists have been recruited for the food research center, and they are currently working in these two areas at other research establishments in Quebec. Research programs on biotechnology, food preservation and storage, microbiology, biochemistry, physiology, and food engineering are being de-

AVANT-PROPOS

L'*État de la recherche* est une mise au point annuelle des activités poursuivies par la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada. On y trouve un aperçu des programmes en cours et des principales réalisations. La publication est spécialement préparée pour les autres institutions de recherches et le secteur agro-alimentaire en général.

Au fil des années, la recherche a été en grande partie responsable de l'essor de l'agriculture et de la production agricole nationale. Au cours des 15 dernières années, la productivité agricole a augmenté de 25 %. Cette année, les exportations de produits agricoles ont rapporté au Canada environ 9,5 milliards de dollars, soit environ 11 % des exportations totales du pays. La valeur excédentaire nette des produits agricoles a atteint 4,2 milliards de dollars, soit 50 % de l'excédent commercial canadien total, ce qui montre bien l'importance des exportations de produits agricoles dans le maintien d'une balance commerciale favorable. La recherche est essentielle pour augmenter la production de produits agro-alimentaires de grande qualité, mais de prix abordables, aptes à répondre aux besoins des marchés d'exportation et à maintenir la proportion du revenu net des consommateurs consacré à l'alimentation sous le seuil des 20 %.

Les programmes de la Direction générale de la recherche sont élaborés en fonction des besoins du secteur agro-alimentaire, tels qu'ils sont déterminés après consultation à différents niveaux et selon la stratégie agro-alimentaire et la liste annuelle mise à jour des priorités du Ministère. La réalisation ultime des objectifs de la stratégie agro-alimentaire au cours des années 1980 et 1990 dépendra de la mise au point, grâce à la recherche, de nouvelles techniques. Nous ne pourrons relever les défis de la stratégie qu'en mettant un accent particulier sur divers programmes de recherches thématiques tels que:

- l'acquisition de nouvelles connaissances et la mise au point de nouvelles techniques pour aider le producteur à assurer un approvisionnement adéquat des types voulus de produits agro-alimentaires de qualité, tout en maintenant la viabilité de son entreprise;
- l'intensification des efforts consacrés aux études et aux recherches sur la conservation des sols afin de favoriser une utilisation judicieuse et une gestion appropriée des ressources naturelles essentielles au maintien de la productivité de l'agriculture;
- l'intensification des recherches portant sur la transformation, l'entreposage, la qualité des aliments et la nutrition afin de mettre au point de nouvelles techniques innovatrices et efficaces pour le secteur de la transformation, d'accroître l'efficacité du secteur de la distribution et d'assurer la salubrité, la qualité et la valeur nutritive des produits agricoles comestibles.

Les champs de recherches à priorité élevée tels que la biotechnologie feront l'objet d'efforts accrus et étayeront les programmes de recherches thématiques. Les résultats obtenus dans ce domaine devraient inclure la production de cultivars plus résistants aux ravageurs grâce à des méthodes comme la substitution chromosomique, l'hybridation interspécifique, l'ADN recombiné, les fusions de cellules et de protoplastes et les cultures de tissus; la lutte contre les insectes et les mauvaises herbes à l'aide d'agents biologiques dans le cadre de programmes de lutte intégrée; la mise au point de cultivars de céréales aptes à fixer l'azote atmosphérique; l'utilisation d'enzymes et de micro-organismes pour la fermentation. D'importants progrès ont déjà été réalisés comme par exemple: la production d'haploïdes à partir de la culture d'anthères de tabac, de blé, de colza et d'autres espèces du genre *Brassica* qui permettent de réduire de moitié le temps nécessaire à la mise au point de nouveaux cultivars et d'augmenter la production végétale à un degré auparavant impensable.

En 1983, les établissements de recherches de la Direction générale ont publié 1 014 articles scientifiques et 531 autres documents, ce qui montre bien les efforts qu'ils ont fournis pour atteindre leurs objectifs. Les résultats de ces recherches ont été transmis aux agriculteurs et aux transformateurs d'aliments par l'entremise des services provinciaux de vulgarisation, d'ateliers et de comités ainsi que par un contact direct avec les agriculteurs et le secteur de la transformation. De plus, on a publié 16 rapports pédologiques et 20 autres sont prêts à être publiés. La Direction générale a finalement créé 35 nouveaux cultivars qui ont été homologués ou distribués en 1983; mentionnons entre autres un cultivar de blé d'hiver et une orge à deux rangs adaptés aux conditions de l'est du Canada, un cultivar de brome, deux cultivars de pommiers résistants à la tavelure, deux cultivars de cerisiers et deux cultivars de pommes de terre. Depuis la création de l'Association SeCan, en 1976, 75 % des cultivars dont elle a assuré la multiplication et la distribution ont été developpés par la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada. Ces progrès évidents, de même que ceux dont nous faisons état dans la présente publication, ont une influence directe sur la production et la protection des cultures.

En 1983, la Direction générale a consacré 18,5 millions de dollars à la construction et à la modernisation de laboratoires et d'installations de recherches. Elle prévoit encore dépenser 100 millions de dollars à ce chapitre entre avril 1984 et mars 1987. La construction du laboratoire de recherches de Saint-Jean sera terminée en 1984. Par ailleurs, dans le cadre de programmes spéciaux de relance, l'honorable Eugene F. Whelan, ministre de l'Agriculture, a approuvé la construction du centre de recherches sur les aliments de Saint-Hyacinthe, dont les travaux devraient commencer en 1984 pour se terminer en 1986. Ce centre emploiera 96 chercheurs et employés de soutien dont les recherches seront surtout axées sur la mise au point de techniques nouvelles ou améliorées de transformation, de conservation et d'entreposage des aliments; la création d'ingrédients, de produits et d'équipements nouveaux; la conservation de l'énergie; et la biotechnologie. Entre temps, on a déjà mis sur pied des programmes de recherches portant sur la transformation des aliments et sur la mise au point d'ingrédients et de produits nouveaux. Six chercheurs ont déjà été embauchés pour le Centre de recherches sur les aliments et travaillent actuellement dans ces domaines, dans d'autres établissements de recherches du Québec. En plus, on travaille actuellement à l'élaboration de programmes de recherches portant sur la biotechnologie, la conservation et l'entreposage des aliments, la microbiologie, la biochimie, la physiologie et les techniques propres au secteur de l'alimentation. Finalement, en plus du centre de recherches de Saint-Hyacinthe, d'autres centres sont prévus ou déjà en chantier à Fredericton, Lennoxville, London, Morden, Lethbridge, Beaverlodge, Summerland et Agassiz.

La Direction générale de la recherche a dépensé 12 millions de dollars à des projets de recherches contractuelles consacrés

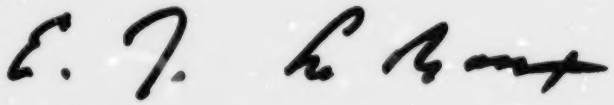
Contract research funds of $12 million were administered by the Branch, with priority given to energy, food processing, mechanization, and alternatives to pesticide use.

The Research Branch has made a substantial contribution to the international activities of Agriculture Canada, and work is continuing in this area. The Branch provided significant support in developing market opportunities for Canadian agricultural products. These include scientific exchanges and cooperation under memoranda of understanding or other types of signed agreements with the USSR, the People's Republic of China, Romania, Belgium, France, Israel, India, Pakistan, Sri Lanka, Japan, Tanzania, Kenya, Brazil, Venezuela, Mexico, and several other countries. This year an additional memorandum of understanding was signed with Yugoslavia. The implementation of cooperative exchange programs and comprehensive long-term development programs, the provision of scientific expertise, and the participation in ministerial missions are all in support of marketing efforts by the Department. In addition, international agencies and working groups continued their extensive use of Branch scientific and technical expertise in their own agriculture exchange programs.

The contributions of the Research Branch to the Canadian agri-food industry were highlighted at the 1983 Canadian Agricultural Outlook Conference. I had the privilege of speaking to the participants on the achievements made by the Branch over the past 10 years, which have benefited both Canadians and others, as a result of our research; on the challenges facing agricultural research in the 1980s and 1990s to support sustained economic growth of the sector; and on the promising improvements in soil conservation and productivity, crop and animal production, and processing technology through new programs on energy, biotechnology, alternatives to pesticide use, and ecologically sound agricultural practices.

In the area of administration, the Western Region was divided into the Pacific and Prairie regions, with headquarters in Vancouver and Regina, respectively. The new structure will help the Branch to cope more adequately with specific regional concerns and problems. In the area of programs, an A-base (the current Branch resource base) review was completed, which will be used to inform central agencies such as Treasury Board, the Ministry of State for Economic and Regional Development, and the Ministry of State for Science and Technology of the substantial economic benefits to the country resulting from our achievements in agri-food research, of the return on investment from these programs, and of the need for new research resources to provide essential new agri-food technology in support of the agri-food sector for the next decade. The review will serve also as an internal working document to assist the Branch and the Department in meeting the priority programs of the agri-food strategy.

I wish to extend my sincere appreciation to the entire staff of the Research Branch for their support and dedication in producing agri-food information and technology for the benefit of all Canadians.



E.J. LeRoux
Assistant Deputy Minister, Research

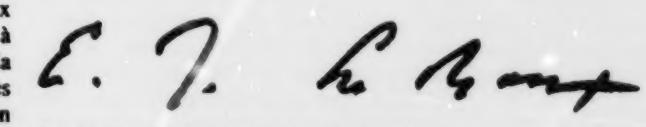
principalement à l'énergie, à la transformation des aliments, à la machinerie agricole et à la recherche de solutions de rechange à l'emploi des pesticides.

La Direction générale de la recherche a participé à de nombreuses activités internationales du Ministère et elle continue d'accroître ses efforts dans ce domaine. Elle a ainsi largement contribué à la création de nouveaux débouchés pour les produits agricoles canadiens. Mentionnons entre autres la signature de protocoles d'entente ou d'autres types d'accords de collaboration scientifique avec l'U.R.S.S., la République populaire de Chine, la Roumanie, la Belgique, la France, Israël, l'Inde, le Pakistan, le Sri Lanka, le Japon, la Tanzanie, le Kenya, le Brésil, le Venezuela, le Mexique et plusieurs autres pays. De plus, cette année, un nouveau protocole d'entente a été signé avec la Yougoslavie. La mise sur pied de programmes d'échanges et de développement à long terme, la prestation de services d'experts-conseils et la participation à des délégations ministérielles sont autant de moyens utilisés par la Direction générale pour appuyer les efforts de commercialisation du Ministère. De plus, les organismes et les groupes de travail internationaux peuvent toujours compter sur l'aide scientifique et technique de la Direction générale dans la réalisation de leurs propres programmes d'échanges en agriculture.

La contribution de la Direction générale de la recherche à l'essor du secteur agro-alimentaire canadien a été clairement mise en lumière à l'occasion de la Conférence canadienne sur les perspectives agricoles en 1983. J'ai en effet eu le privilège d'y faire une rétrospective des réalisations de la Direction générale qui, au cours de la dernière décennie, ont profité à la fois aux Canadiens et aux habitants d'autres pays, d'y parler des défis que nous aurons à relever au cours des années 1980 et 1990 afin de maintenir la croissance économique du secteur et d'y énumérer les progrès réalisés dans les domaines de la productivité et de la conservation des sols, des productions végétales et animales, et des techniques de transformation par le biais de nouveaux programmes sur l'énergie, la biotechnologie, les méthodes de lutte biologique contre les insectes et les mauvaises herbes et des pratiques agronomiques écologiquement mieux adaptées.

Pour ce qui est de la gestion, l'ancienne région de l'Ouest a été subdivisée en deux, celle du Pacifique et celle des Prairies, les centres étant respectivement situés à Vancouver et à Regina. Cette nouvelle structure aidera la Direction générale à mieux répondre aux besoins et aux problèmes particuliers de ces régions. Quant aux programmes, on a procédé à une révision du budget A (la base actuelle des ressources de la Direction générale) qui servira à bien faire voir aux organismes centraux tels que le Conseil du Trésor, le Département d'État au développement économique et régional et le Département d'État aux sciences et à la technologie, les retombées économiques substantielles des réalisations de notre Direction générale, les bénifices réalisés grâce à ces programmes et le besoin de nouveaux fonds à l'appui du secteur agro-alimentaire pour la prochaine décennie. Cette révision servira en outre de document de travail interne qui aidera la Direction générale et le Ministère à répondre aux besoins des programmes prioritaires de la stratégie agro-alimentaire.

Je remercie sincèrement tout le personnel de la Direction générale pour son appui et son dévouement sans lesquels il n'aurait pas été possible d'obtenir les résultats expérimentaux et techniques dont les Canadiens ont si grandement besoin.

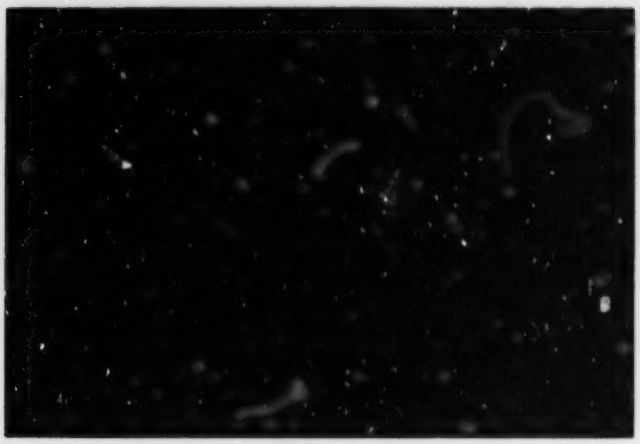


Le Sous-ministre adjoint à la Recherche,
E.J. LeRoux

INTRODUCTION

For nearly a century, agricultural research has supported commercial agriculture and related industries in Canada. Initially, Canadian agriculture faced the challenges of farming in virgin territory with limited resources. Early research focused on cultural practices, adaptation of cultivars, and rudimentary pest control. As agriculture grew in importance, its needs became more complex and the solutions more sophisticated. Agriculture Canada more than kept pace with developments. Vision, imagination, and hard work were employed in ever increasing amounts to offer the farmer greater production efficiency based on sound knowledge.

The Central Experimental Farm in Ottawa was the first center for agricultural research. In 1886 four more experimental farms were established across the country. Since then the programs have developed in size and complexity, and today the Research Branch of Agriculture Canada comprises 47 establishments from coast to coast, has a budget of $220 million, and employs a professional staff of 916 specialists. These dedicated researchers ensure that the knowledge they generate is made available to the agricultural industry. They take part in field days and meetings of producers and trade associations. They are available for discussions at their stations and they cooperate effectively with staff of provincial departments of agriculture and members of the food industry. Sound research leads to successful transfer of technology to producers.



The Hon. Eugene F. Whelan, Minister of Agriculture for Canada, assuming the presidency of the World Food Council from Mr. Francisco Merino Rãbago, in New York, 30 June 1983.

L'Honorable Eugene F. Whelan, ministre de l'Agriculture du Canada, acceptant la présidence du Conseil mondial de l'alimentation que lui transmet Francisco Merino Rãbago à New York, le 30 juin 1983.

Mandate

The following broad aims guide the Research Branch in its operations:

- To ensure an efficient, stable, and profitable agricultural industry in Canada.
- To ensure adequate surveying, conservation, judicious use, and proper management of natural resources essential to agriculture.
- To develop new knowledge and improved technology in order to ensure the efficient production of an adequate supply of agricultural products and food of the desired form and quality to meet domestic and export market demands.
- To conduct research and provide support for other branches, departments, and agencies in activities of national concern.
- To encourage and assist research programs in developing countries and to help in the training of their scientists and technologists in appropriate disciplines.

The Branch research program is organized by objectives and subobjectives according to the philosophy of management by objectives and accountability. This philosophy of managing by objectives requires establishment of priorities, planning for the future, and budgeting of resources. It also assists communication and makes possible a full appreciation of priorities. At the same time it involves scientists in goal setting. The objectives of the Research Branch fully support Agriculture Canada's objectives for a strategy of agricultural development and the government's food strategy for Canada.

Potatoes that originated from Canadian seed are harvested in Pakistan.

Récolte de pommes de terre d'origine canadienne au Pakistan.

International activities

The Research Branch has made substantial contributions to the international affairs activities of Agriculture Canada. These contributions include the following: provision of scientific and technical expertise to projects sponsored by agencies and organizations such as Canadian International Development Agency (CIDA), International Development Research Centre (IDRC), and Food and Agriculture Organization (FAO); exchanges of scientists and scientific material under memoranda of understanding and science and technology agreements; and participation in international bodies such as Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB), Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), and International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT).

INTRODUCTION

Depuis près d'un siècle, la recherche agricole sert de pilier à l'agriculture commerciale et aux secteurs connexes au Canada. À l'origine, les agriculteurs canadiens ont dû relever le défi que comportait l'exploitation d'un territoire vierge avec des ressources limitées. Les premières recherches portaient principalement sur les méthodes agricoles, l'adaptation des cultivars et la lutte élémentaire contre les ravageurs, mais à mesure que l'agriculture a acquis de l'importance, les besoins sont devenus plus variés et les solutions, plus complexes. Agriculture Canada ne s'est pas contenté de suivre le rythme de cette évolution; il a fait preuve de toujours plus de prévoyance, d'imagination et de dynamisme pour offrir à l'agriculteur des connaissances sûres qui ont permis à celui-ci d'accroître sa productivité.

C'est la Ferme expérimentale centrale à Ottawa qui a été le premier centre de recherches agricoles mais, dès 1886, quatre autres fermes expérimentales voyaient le jour dans d'autres régions du pays. Depuis, les programmes ont gagné en importance et en complexité de telle sorte qu'aujourd'hui, la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada comprend 47 établissements disséminés d'un océan à l'autre, dispose d'un budget de 220 millions de dollars et compte 916 chercheurs qui se consacrent à leur travail et veillent à mettre à la disposition du secteur agricole les résultats de leurs recherches. Pour ce faire, ils participent à des journées agricoles et à des rencontres avec des producteurs et des associations commerciales. Ils reçoivent des visiteurs à leurs stations respectives et collaborent efficacement avec le personnel des ministères provinciaux de l'Agriculture et des représentants de l'industrie alimentaire. Des recherches bien menées permettent aux producteurs d'acquérir une meilleure technologie.

Mandat

Pour mener à bien ses activités, la Direction générale de la recherche s'est fixé les objectifs généraux suivants:

- travailler à l'instauration d'une agriculture efficace, stable et rentable au Canada;
- veiller à ce que les ressources naturelles essentielles à l'agriculture soient prospectées, conservées et judicieusement utilisées et gérées;
- acquérir des connaissances, mettre au point de meilleures techniques afin de garantir une production efficace et un approvisionnement suffisant de produits agro-alimentaires de la forme et de la qualité voulues, pour répondre aux besoins intérieurs et à la demande à l'exportation;
- réaliser des recherches et appuyer les autres directions générales, les ministères et les organismes engagés dans des activités d'intérêt international;
- appuyer et aider les pays en voie de développement à mettre sur pied leurs propres programmes de recherches et participer à la formation de leurs techniciens dans les disciplines appropriées.

Le plan de recherches de la Direction générale est structuré par objectifs et sous-objectifs, suivant le principe de la gestion par objectifs et de l'imputabilité. Cette conception de la gestion axée sur les résultats désirés permet de fixer des priorités ainsi que de planifier et de budgétiser l'utilisation des ressources. Elle favorise aussi les communications et permet de mieux saisir les priorités. Enfin, elle fait participer les chercheurs à l'établissement des objectifs. Ceux de la Direction générale de la recherche s'harmonisent d'ailleurs avec les objectifs du Ministère quant au développement agricole et à la stratégie agro-alimentaire du Canada.

Activités internationales

La Direction générale de la recherche a contribué pour une bonne part aux activités internationales d'Agriculture Canada. Au nombre de ses contributions, mentionnons notamment: la prestation de services d'experts techniques et scientifiques pour les projets d'agences et d'organisations comme l'Agence canadienne de développement international (A.C.D.I.), le Centre de recherches pour le développement international (C.R.D.I.) et l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (F.A.O.); les échanges de chercheurs et de matériel scientifique en vertu de protocoles d'entente et d'accords scientifiques et techniques; la participation à des organismes internationaux tels que l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (O.C.D.E.), les Bureaux agricoles du Commonwealth (C.A.B.), le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (G.C.R.A.I.) et le Comité international de l'amélioration du maïs et du blé (C.I.M.M.Y.T.)

Parmi les points saillants des activités de 1983, il convient de mentionner la signature d'un protocole d'entente avec la Yougoslavie par l'honorable Eugene F. Whelan, ministre de l'Agriculture, la mise sur pied d'un programme d'échanges avec l'U.R.S.S., l'élaboration de programmes de coopération avec la Roumanie et Israël, la poursuite du programme d'échanges franco-canadien et la renégociation du programme de coopération avec la République fédérale d'Allemagne.

La production agro-alimentaire occupe une place de plus en plus importante dans la participation du Canada aux programmes de coopération pour le développement du Tiers-Monde. Étant donné qu'Agriculture Canada jouit d'une compétence reconnue dans certains domaines, l'A.C.D.I. a souvent recours à ses services pour la planification et la mise en œuvre de ses programmes. Dans de nombreux cas, la Direction générale de la recherche peut fournir un directeur technique travaillant au Canada ainsi qu'une équipe de spécialistes en poste à l'étranger pour des périodes variant d'une semaine à deux ou trois ans. Toutes les dépenses de ces projets sont payées par l'A.C.D.I.

La Direction générale participe actuellement à des programmes complets de développement à long terme au Sri Lanka, au Pakistan, en Inde et en Tanzanie. Les progrès réalisés varient d'un pays à l'autre selon la nature du projet et la disponibilité du personnel chargé de la direction et de la bonne marche du programme.

Le projet d'aridoculture entrepris au Sri Lanka, lequel vise surtout à former des étudiants diplômés qui pourront participer de façon plus active à des projets de recherches dans leur pays, a enregistré des progrès considérables.

Le Canada a continué à participer au projet de recherches et de développement sur la culture pluviale à Baranic, au Pakistan, lequel a pour objectif la mise sur pied d'un programme de régie des pâturages. Ce projet a commencé en 1982 et l'on s'attend à ce qu'il se poursuive pendant 5 ans. La Direction générale de la recherche y fournira des services d'experts en agronomie, en fertilité des sols,

Highlights of activities in 1983 included signing of a memorandum of understanding with Yugoslavia by the Hon. Eugene F. Whelan, Minister of Agriculture, implementation of an exchange program with the USSR, development of cooperative programs with Romania and Israel, continuation of the Canada–France exchange program, and renegotiation of the cooperative program with the Federal Republic of Germany.

Agriculture and food production are becoming increasingly more important in Canada's contribution to cooperative development programs with the Third World. Because of Agriculture Canada's recognized competence in certain areas, CIDA often calls on the Department to assist in planning and implementing programs. In many instances, the Research Branch may provide a technical director who lives in Canada as well as qualified staff for overseas assignments that range in duration from 1 week to 2 or 3 years. All project expenses are funded by CIDA.

The Branch is currently involved in comprehensive long-term development programs in Sri Lanka, Pakistan, India, and Tanzania. The rate of progress differs from country to country, depending on the nature of the project and the availability of personnel to direct and implement the program.

Notable progress has been made in the dry zone project in Sri Lanka, which emphasizes postgraduate training of Sri Lankan staff so that they can more fully participate in research activities.

Canada has continued its support to the Baranic (rainfed) agricultural research and development project in Pakistan, the objective of which is to establish a range management program. This project was started in 1982 and is expected to continue for a period of 5 years. The Research Branch will be providing experts in agronomy, soil fertility, plant science, soil and water conservation, agricultural engineering, and oilseed and pasture production.

The objective of the dryland research project in India is to develop practical technology for the improvement of agricultural production in the dryland areas. Phases I and II of the project have been completed, and a third 5-year phase started in 1982. Research will be carried out in such disciplines as agronomy, soil conservation, engineering, watershed hydrology, agricultural meteorology, and production economics.

The wheat research and production program in Tanzania has continued to help that country meet its food needs, and participating farms now produce 95% of the domestically grown wheat that is marketed commercially. An interim review of the project in 1983 ated that the research program was well oriented and productive in determining appropriate seeding conditions and in providing new disease-resistant culti ars and guidance regarding tillage methods and disease control. The research program is expanding to include other crops adapted to the climatic and soil conditions of northern Tanzania.

During the year, the Branch provided scientists to numerous countries on request. These included Algeria (seed potatoes, dairy industry), Bangladesh (crop diversification), Brazil (potato viruses), Bulgaria (soil classification), Cuba and Haiti (swine production), Morocco (dairy cattle production), the Philippines (dairy industry), and Senegal (legume development).

Plans are being developed to twin the Kamloops Research Station with State Farm 852 located in the northeast region of the People's Republic of China. The project is intended to provide feed production and soil development capability to improve dairy production in the region. The Research Branch will provide the services of a soil scientist, a forage agronomist, and a dairy cattle nutritionist under the sponsorship of CIDA.

Branch personnel participated in various ministerial missions du ng the year and identified prospective areas of cooperation. Countries visited included Colombia, Cuba, Czechoslovakia, Ethiopia, Jamaica, Mexico, Venezuela, and Yugoslavia. It is expected that cooperative programs of scientific exchanges will result from these missions.

As a result of Mr. Whelan's visit to the USSR in 1981 and the visit of the Soviet Minister of Agriculture, Mr. V.K. Mesyats, to Canada in 1982, scientific relations with the USSR have been broadened. During the year, Canada and the USSR exchanged two missions under the terms of a protocol signed by Mr. Whelan and Mr. Mesyats in Ottawa in October 1982. Tentative plans are under way to hold the second meeting of the Canada–USSR Mixed Agricultural Commission in Moscow in 1984.

In September 1983, a meeting of the Canada–Brazil subcommittee on agriculture was held in Brazil and was co-chaired by a Research Branch representative. The program includes five projects funded by CIDA and directed by Research Branch senior managers. The projects cover wheat production, agroclimatology, dairy cattle improvement, potato seed production, and soil management. Each project involves the twinning of a Research Branch establishment with a comparable research organization in Brazil.

Senior Branch managers participated at the annual tetrapartite meeting convened in Paris. Membership includes senior research managers from Canada, the United States, the United Kingdom, and France. The purpose of the meeting was to share information on new developments in research management as well as to negotiate cooperative projects in areas of mutual interest. The highlight of the 1983 meeting was the signing by all parties of a document agreeing to promote a greater awareness in the respective countries of the value and need for agricultural research programs.

Research grants to universities and contract research

Although most of the research program of the Branch is conducted in-house, for many years there has been modest provision for funding research at universities. More recently, the Research Branch has developed a program for contracting out research, in line with government policy for stimulating research and development in the private sector, and this program has been steadily expanding.

Extramural research grants to universities are intended to take advantage of specialized knowledge and facilities at universities, which, for various reasons, are not available at our own establishments. The fund for these grants is currently $327 000 a year. Requests for extramural grants are submitted by directors of our establishments, who identify the problems to be investigated and the universities where they want the work to be done.

University operating grants are funded at about $1 million annually. Individual grants are usually established at the level required to support a graduate student in a research program. Applications are submitted by faculty members of the universities, and grants are awarded on a competitive basis.

Contract research is a fairly new development in the Research Branch. It was initiated in 1973 with a program on agricultural mechanization funded at $90 000. In the ensuing years the Branch expanded its contract research program so that it can now respond to proposals dealing with any subject related to agriculture and food. Although the contracts currently in place cover a wide variety of topics, certain subject areas where our in-house resources are considered to be weakest in relation to research needs receive major attention. Three main areas in this category are energy use in food production, agricultural mechanization, and food processing. The total annual expenditure on contract research has now risen to approximately $12 million.

en botanique, en conservation des sols et de l'eau, en génie agricole et en production d'oléagineux et de pâturages.

Le projet d'aridoculture mené en Inde a pour sa part comme objectif de mettre au point des méthodes pratiques pour l'amélioration de la production agricole dans les régions arides. Les phases I et II de ce projet sont terminées et une troisième phase quinquennale a commencé en 1982. Parmi les domaines de recherches qui seront abordés, mentionnons l'agronomie, la conservation des sols, le génie, l'hydrologie des bassins hydrographiques, la météorologie et l'économie de la production.

Le programme de recherches sur la production du blé mené en Tanzanie a continué à aider ce pays à combler ses besoins en aliments; les fermes participantes produisent maintenant 95 % du blé produit sur place et mis sur le marché. Une évaluation provisoire du projet effectuée en 1983 a permis de constater que le programme était bien orienté et qu'il permettait comme prévu de déterminer les conditions appropriées d'ensemencement et de fournir de nouveaux cultivars résistants aux maladies, tout en indiquant aux agriculteurs les meilleures méthodes de travail du sol et de lutte contre les maladies. On procède maintenant à l'élargissement du programme afin d'inclure d'autres types de cultures adaptées aux conditions climatiques et édaphiques du nord de la Tanzanie.

Au cours de l'année, la Direction générale a envoyé des chercheurs dans de nombreux pays, à la demande de ces derniers. Mentionnons en particulier l'Algérie (pommes de terre de semence, industrie laitière), le Bangladesh (diversification des cultures), le Brésil (virus de la pomme de terre), la Bulgarie (classification des sols), Cuba et Haïti (production porcine), le Maroc (production de bovins laitiers), les Philippines (production laitière) et le Sénégal (légumineuses).

On prévoit, dans un proche avenir, jumeler la station de recherches de Kamloops à la ferme d'État numéro 852, située dans la région nord-est de la République populaire de Chine. Ce projet a pour objectif d'améliorer la production d'aliments et la qualité des sols afin d'accroître la production laitière de cette région. La Direction générale de la recherche fournira un pédologue, un agronome spécialisé dans les fourrages et un nutritioniste de bovins laitiers pour ce projet financé par l'A.C.D.I.

Des membres du personnel de la Direction générale ont participé, au cours de l'année, à diverses délégations ministérielles qui ont ouvert la voie à de futurs projets de coopération. Au nombre des pays visités, mentionnons notamment la Colombie, Cuba, la Tchécoslovaquie, l'Éthiopie, la Jamaïque, le Mexique, le Venezuela et la Yougoslavie. On s'attend à ce que ces diverses rencontres débouchent sur des programmes de coopération et d'échanges scientifiques.

Depuis la visite de l'honorable Eugene F. Whelan en U.R.S.S., en 1981, et la visite de son homologue soviétique, V.K. Mesyats, en 1982, les relations scientifiques entre l'U.R.S.S. et le Canada se sont accentuées. Au cours de l'année, le Canada et l'U.R.S.S. ont échangé deux délégations en vertu d'un protocole signé par les deux ministres à Ottawa, en octobre 1982. On examine actuellement la possibilité de tenir la deuxième réunion de la Commission mixte canado-soviétique sur l'agriculture, à Moscou, en 1984.

Une réunion du sous-comité canado-brésilien sur l'agriculture a été tenue au Brésil, en septembre 1983, sous la co-présidence d'un représentant de la Direction générale de la recherche. Le programme dont il est question ici comprend 5 projets financés par l'A.C.D.I. et dirigés par de hauts gestionnaires de la Direction générale. Ces projets portent respectivement sur la production du blé, l'agroclimatologie, l'amélioration des bovins laitiers, la production de pommes de terre de semence et la gestion des sols. Chaque projet comporte le jumelage d'un établissement de la Direction générale à une institution de recherches comparable du Brésil.

De hauts fonctionnaires de la Direction générale ont participé à la réunion annuelle tétrapartite de Paris. Cet événement, qui regroupe de hauts responsables de la recherche du Canada, des États-Unis, du Royaume-Uni et de la France, a pour but de favoriser un échange d'information sur les innovations en gestion de la recherche et de mener des négociations pour des projets de coopération dans les domaines d'intérêt commun. Le point saillant de la réunion de 1983 a été la signature, par tous les pays participants, d'un document d'entente visant à promouvoir une prise de conscience plus grande, dans les pays respectifs, de la valeur et des besoins des programmes de recherches en agriculture.

Subventions de recherches aux universités et contrats de recherches

Bien que la plupart des recherches de la Direction générale se fassent dans ses installations, celle-ci consacre depuis nombre d'années une part modeste de ses crédits au financement de la recherche dans les universités. Plus récemment, elle a élaboré un programme de recherches contractuelles qui ne cesse de s'élargir, conformément à la politique mise en œuvre par le gouvernement pour stimuler la recherche et le développement dans le secteur privé.

Les subventions de recherches extramurales versées aux universités ont pour but de tirer parti des experts ou des installations spécialisées dont disposent ces établissements et qui, pour une raison ou pour une autre, n'existent pas chez nous. Le fonds de subvention est actuellement de 327 000 $ par année. Les demandes sont présentées par les directeurs de nos établissements qui déterminent les problèmes à étudier et les universités à qui ils désirent confier le travail.

Le total des subventions de fonctionnement accordées aux universités s'élève à environ 1 million de dollars par année. Le montant de chaque bourse est calculé pour assurer la subsistance d'un diplômé travaillant au programme de recherches. Les demandes sont faites par les professeurs universitaires et les bourses sont attribuées pour voie de concours.

L'impartition de la recherche marque un tournant relativement récent de l'évolution suivie par la Direction générale de la recherche puisque le programme n'a été amorcé qu'en 1973, avec un projet de mécanisation agricole doté d'un budget de 90 000 $. Au fil des ans, la Direction générale a élargi le programme de l'impartition de la recherche de sorte que celui-ci peut maintenant répondre à des propositions portant sur n'importe quel sujet relatif à l'agriculture et à l'alimentation. Bien que les contrats actuels englobent toute une gamme de domaines, certains champs d'activités, où nos ressources internes sont jugées plus faibles par rapport aux besoins de la recherche, reçoivent plus d'attention. Il s'agit, entre autres, de l'utilisation de l'énergie dans la production alimentaire, de la mécanisation agricole et de la transformation des aliments. Le budget total consacré chaque année à la recherche contractuelle atteint maintenant près de 12 millions de dollars.

Les entrepreneurs qui désirent se prévaloir du programme peuvent répondre aux annonces qui paraissent périodiquement dans le *Bulletin de recherche et de développement* publié chaque mois par Approvisionnements et Services Canada. Par ailleurs, il est possible de soumettre en tout temps des projets au Centre des sciences de ce même ministère. On recommande toutefois de consulter au préalable les directeurs et d'autres employés des établissements de la Direction générale afin d'épargner du temps et d'éviter des démarches inutiles.

Contractors who wish to have access to the contract program can respond to the advertisements that appear periodically in the monthly *Research and Development Bulletin* published by Supply and Services Canada. In addition, unsolicited proposals may be submitted to the Science Centre of Supply and Services Canada at any time. Applicants submitting unsolicited proposals are encouraged to consult with directors and other personnel at Research Branch establishments beforehand, because this can often save time and effort.

Expansion of the contract research program has naturally been associated with changes in emphasis. As was the case last year, the greatest budgetary increases in 1983 were in the energy field. But there is now also increasing emphasis on contracts directed toward reducing our reliance on chemicals for the control of pests and diseases. The trend toward greater use of biological and management control procedures is likely to continue, for both economic and ecological reasons. We are continuing to stress food safety in our research contracts, with particular emphasis this year on the problems posed by mycotoxins.

New developments in technology transfer occurred last year. The Program for Industry Laboratory Projects (PILP) is being expanded to include technology from university laboratories; this program is administered by the National Research Council of Canada and helps industry to exploit new technology developed in federal laboratories. In addition, a new biotechnology development program was assigned to the PILP office. This program assists industry in taking advantage of university expertise for the commercial exploitation of the latest developments in biotechnology. Agriculture Canada, in common with nine other federal departments, is a participant in both the PILP and the biotechnology development programs.

Minas Rose, a new, hardy, compact, highly floriferous, early flowering rhododendron developed at Kentville.

Le Minas Rose, un nouveau cultivar rustique de rhododendron florifère à port compact et à floraison hâtive créé à Kentville.

RESOURCES

Agrometeorology

The climatic elements of importance to agriculture include temperature, precipitation, wind, incidence of freezing temperature, day length, cloud cover, and atmospheric humidity. Many attempts have been made to identify distinct regions in Canada on the basis of these elements or various indices derived from them.

The aim of research is to develop sets of values for climate and weather factors that can be applied in agricultural production systems for land evaluation, crop information, northern agriculture, crop harvesting, winterhardiness, and disease control. Most of this work is done in the Land Resource Research Institute, where the program is divided into three broad subject areas: crop environment modeling; operational systems; and agrometeorological research services. Crop information and remote sensing are incorporated into the program. In the future, emphasis will be placed on development of crop weather models, farm weather services, seasonal weather trends and forecasts, and service to researchers and to producers.

Research accomplishments

At Swift Current, a phenological index was developed that is suitable for forecasting crop development and for modeling the growth and yield of spring wheat. This index relates phenological development to degree-days and to the number of days from planting to the soft dough stage.

The Agrometeorology Section of the Land Resource Research Institute is actively involved in research to develop indices and parameters by which weather and soil conditions can be used as decision-making aids for agricultural production. Weekly reports were made on current weather and soil moisture conditions in the Prairie Provinces. With the use of Telidon technology, evaluation reports on soil moisture were produced, with over 400 manuscript maps, for adaptation to the Grassroots videotrex service.

In cooperation with the Commission d'Agrométéorologie du Québec, a project was initiated to use a numerical soil-water model in a project that evaluates the water content of soil in Eastern Canada. A network of agrometeorological stations to measure soil moisture and water-table depths was proposed to test and improve the model.

Field monitoring was continued to increase the data available for the evaluation of frost-depth sensors and for the development and testing of numerical models of soil temperature and freeze–thaw processes. A new capacitance method for determining frost penetration was successfully tested under field conditions. A computer analysis of 21 years of winter soil temperatures in Ottawa was completed, and an empirical computer model for improving local soil-temperature estimates was developed.

Independent measurements of carbon dioxide assimilation and transpiration showed that the efficiency of the mean amount of water used daily can vary by a factor of three, depending on the amount of water available. Measured carbon dioxide flux identi-

Candlelight ornamental pepper, an All-America winner being tested at the Ottawa Research Station.

Le poivron ornemental Candlelight, gagnant du concours *All-America*, fait actuellement l'objet d'essais à la station de recherches d'Ottawa.

À mesure que ses priorités changeaient, le programme d'impartition de la recherche a naturellement pris de l'ampleur. Comme c'était le cas l'an dernier, les plus fortes augmentations du budget en 1983 ont été consacrées au domaine de l'énergie. Toutefois, on met actuellement de plus en plus l'accent sur la recherche visant à diminuer notre dépendance vis-à-vis des produits chimiques pour la lutte contre les insectes et les maladies. La tendance vers une utilisation plus grande des méthodes de lutte biologique persistera vraisemblablement, pour des raisons à la fois économiques et écologiques. Dans le cadre de ce programme d'impartition de la recherche, nous continuons à insister sur la question de la salubrité des aliments en mettant l'accent, cette année, sur les problèmes posés par les mycotoxines.

Plusieurs changements ont été apportés, l'an dernier, au chapitre du transfert de la technologie. Le programme des Projets de coopération avec l'industrie et les laboratoires (P.C.I.L.) a été élargi pour inclure les laboratoires universitaires. Ce programme est géré par le Conseil national de recherches du Canada et a pour objet d'aider l'industrie agricole à mettre à profit les nouvelles méthodes mises au point dans les laboratoires fédéraux. Par ailleurs, un nouveau programme de recherches en biotechnologie a été confié au bureau des P.C.I.L. afin d'aider le secteur agricole à tirer avantage de l'expérience acquise par les universités pour l'exploitation commerciale des dernières découvertes en biotechnologie. Agriculture Canada participe à la fois aux P.C.I.L. et au programme de recherches en biotechnologie, de concert avec neuf autres ministères fédéraux.

RESSOURCES

Agrométéorologie

Parmi les facteurs climatiques qui jouent un rôle important en agriculture, mentionnons la température, les précipitations, le vent, le gel, la photopériode, la nébulosité et l'humidité atmosphérique. On a maintes fois cherché à zoner le pays en fonction de ces facteurs ou des divers indices qui en découlent.

Le but de la recherche dans ce domaine est de constituer des séries de données pour les facteurs climatiques et météorologiques applicables à la production agricole en ce qui concerne l'évaluation des terres, l'information sur l'état des cultures, l'agriculture nordique, les travaux de récolte, la résistance à l'hiver et la lutte contre les maladies. Le gros des travaux se déroule à l'Institut de recherches sur les terres. Le programme se divise en trois grands domaines: la modélisation des facteurs de l'environnement des cultures, les systèmes opérationnels et les services de recherches agrométéorologiques. Il englobe aussi l'information sur les cultures et la télédétection. Dans les prochaines années, l'accent sera mis sur la construction de modèles agroclimatiques, les services agrométéorologiques saisonniers et, enfin, les services à la recherche et à la production.

Réalisations

À la station de Swift Current, on a mis au point un indice phénologique utile pour la prévision de la croissance des cultures et la modélisation de la croissance et du rendement du blé de printemps. Cet indice met en rapport le développement phénologique d'une part et le nombre de degrés-jours accumulés et de jours écoulés depuis la date des semis jusqu'au stade pâteux d'autre part.

La section de l'agrométéorologie de l'Institut de recherches sur les terres travaille activement à la mise au point d'indices et de paramètres qui permettraient d'utiliser les conditions météorologiques et phénologiques comme repères pour la production agricole. À cette fin, on a publié des rapports hebdomadaires sur les conditions météorologiques et l'humidité du sol dans les Prairies. Grâce au réseau Télidon, on a pu diffuser des rapports sur les conditions d'humidité des sols ainsi que 400 cartes pour que le service Grassroots les transmette à ses abonnés.

En collaboration avec la Commission d'agrométéorologie du Québec, on a entrepris un projet d'utilisation d'un modèle numérique destiné à évaluer la teneur en eau des sols de l'est du Canada. Afin d'améliorer ce modèle, on a proposé la mise sur pied d'un réseau de stations agrométéorologiques qui auraient pour tâche de mesurer la teneur en humidité des sols et la profondeur de la nappe phréatique.

On a continué à accumuler des données destinées à l'évaluation des dispositifs pour la mesure de la profondeur du gel, et pour la mise au point et l'essai de modèles numériques d'étude de la température du sol, et des processus de gel et de dégel. Une nouvelle méthode capacimétrique pour la détermination de la pénétration du gel a subi des essais concluants en conditions réelles. On a par ailleurs terminé une analyse par ordinateur de

fied daily variations of carbon dioxide uptake by crops. The high correlation with intercepted solar radiation allowed the comparison of potential photosynthetic flux with actual flux.

Results obtained with the yield-protein model, developed by the Agrometeorology Section during the past few years, showed close correlation between estimated and recorded yields for combined groups of crop districts. With the same groups, the correlation coefficient for the protein content was significant for the years 1968–1978. The model will be used for crop estimates on the Great Plains of Canada during the summer of 1984.

Maps are now available that show average amounts of water normally available for spring-seeded crops on fallow land. These maps, developed by the Agrometeorology Section and showing water content in the fall, illustrate the seasonal cycle of water accumulation and depletion for various climatic zones of Western Canada. A data base is now available to describe both water and thermal conditions for spring-seeded cereals in the prairies.

Assessment of agroclimatic resources in the Atlantic Provinces continued for the purpose of improving production and management recommendations for forage crops in the region. Climatic analyses helped to establish guidelines for optimum harvesting dates of forages, for suitable conservation methods for various drying conditions during the summer, and for the critical fall rest-periods required to gain winterhardiness of alfalfa.

The mole plow provides a cheap and effective method for draining Canadian soils that are underlain by impervious glacial till.

La charrue-taupe constitue une méthode économique et efficace pour le drainage des sols canadiens qui reposent sur un till glaciaire imperméable.

Land resources

The total land area of Canada is nearly 1 billion hectares, but only 5% of this, about 44 million hectares, is improved farmland. An additional 16 million hectares could be used for agricultural production, but most of this is located in areas of marginally suitable terrain and climate and is less productive than the land now farmed. The conversion of some of the best farmland to urban, transportation, and industrial uses is limiting even further the land resource available for agriculture and food production.

The soil resource program was established to provide information to those who make decisions and set policies on land. The implications of changes in agricultural use of land, and of losses of farmland to other uses, must be defined in terms of economics and production capabilities. Information on the soil resource is also needed for estimation of production capability for various crops and under various economic constraints; for estimation of resource requirements of the agricultural industry; and for determination of the degree of degradation of our soils and the environmental impact of their degradation. Environmental protection begins with good land-use planning based on knowledge of the soil resource.

Most of the settled areas of Canada have been surveyed, at least on a broad scale, but many need to be resurveyed by more accurate techniques and according to an established interpretation system. The demand for detailed surveys of smaller areas, such as irrigation districts and urban fringes, is also increasing rapidly, as is the need for a more detailed type of interpretation.

The Canada soil survey is a cooperative federal, provincial, and university program operated by institutes of pedology in each province or region. Its staff serves the information needs of users in many fields besides agriculture, from forestry, recreation, and wildlife management to urban planning, tax assessment, and northern development. Use of a uniform system of classification and mapping is important, to ensure that the information gathered can be used for many purposes.

The national programs of inventory, classification, and evaluation of the soil resource, as well as research on soil physics, soil engineering, and soil genesis, are carried out by the Land Resource Research Institute, and research programs providing basic information on the mineralogy, organic matter, and surface chemistry of the soil system are carried out at the Chemistry and Biology Research Institute, as well as at several research stations across the country.

Research accomplishments

The massive soil losses associated with potato production in the upper Saint John River valley, N.B., are a major concern. The preliminary results from runoff–erosion plots set up in 1981 at the Fredericton Research Station showed that soil losses from potatoes planted parallel to an 11% slope were 38 tonnes per hectare per year, whereas less than 2 tonnes per hectare per year were lost when the same crop was planted along the contour. Chemical analyses of the runoff and sediment indicate that over 20% of the added nitrogen fertilizer was removed with the eroded soil in the potato plot planted parallel to the slope. Soil losses for fallow and grain were 20 and 0.2 tonnes per hectare per year, respectively.

A soil–nitrogen balance based on a long-term crop-rotation study on cereals and oilseeds at Swift Current showed that during the 1982 growing season, precipitation, which was 20% above long-term average, caused losses, through leaching, of about 120 kilograms of nitrogen per hectare from summerfallowed land. Extrapolation of these results over the Brown soil zone showed that this was equivalent to an irreversible loss of about $200-million worth of plant-available nitrogen. It was further estimated that leaching alone could account for one-half of the organic nitrogen that has been lost by prairie soils since they were broken out of grassland and cultivated. Proper fertilization, longer rotations, and fall-seeded crops such as fall rye in the rotation were identified as agronomic practices that can be used effectively by producers to reduce leaching losses.

At Lethbridge, the effects of summerfallowing on soil structure were investigated in a long-term experiment on a Dark Brown Chernozemic soil. Analyses of soils from three wheat–fallow rotations begun in 1912 showed that increasing the frequency of fallowing caused a reduction in the size and stability of soil structural aggregates. Stable aggregates are necessary for proper aeration, moisture retention, and drainage and they can have a major influence on crop production. The results provide further quantitative evidence that summerfallowing leads to acceleration of soil

données sur la température hivernale du sol recueillies sur une période de 21 ans à Ottawa, et mis au point un modèle informatique empirique permettant d'améliorer les estimations des températures du sol à un endroit donné.

Des mesures indépendantes de l'assimilation du gaz carbonique et de la transpiration ont montré que l'efficacité de l'utilisation moyenne journalière de l'eau peut varier du simple au triple, selon la quantité d'eau disponible. Des mesures du flux du gaz carbonique ont mis en évidence l'existence de variations quotidiennes de l'absorption de ce gaz par les plantes. La forte corrélation observée avec la valeur du rayonnement solaire intercepté nous a permis de comparer le flux possible de la photosynthèse au flux réel.

Les résultats obtenus avec le modèle de rendement protéinique mis au point par la Section d'agrométéorologie au cours des dernières années ont montré l'existence d'une corrélation étroite entre les rendements estimatifs et les rendements réels pour des groupes de districts de cultures. Avec ces mêmes groupes, on a pu observer une corrélation significative pour la teneur en protéines, pour les années 1968 à 1978. Au cours de l'été 1984, le modèle servira à évaluer les rendements des cultures dans les Prairies de l'Ouest canadien.

Nous disposons maintenant de cartes qui montrent les quantités moyennes d'eau disponibles normalement pour les cultures ensemencées au printemps dans les sols sous jachères. Ces cartes, dressées par la Section d'agrométéorologie, donnent la teneur en eau du sol à l'automne et illustrent le cycle saisonnier d'accumulation et de déperdition de l'eau pour diverses zones climatiques de l'ouest du Canada. La base de données maintenant mise sur pied permet de décrire les conditions de disponibilité de l'eau et de température pour les céréales ensemencées au printemps dans les Prairies.

Les travaux d'évaluation des ressources agroclimatiques de la région de l'Atlantique se sont poursuivis afin d'améliorer les recommandations portant sur la production et la gestion des cultures fourragères dans cette région. Les analyses de données climatiques ont servi à établir des directives sur les dates optimales de récolte des céréales fourragères, les méthodes propices de conservation sous diverses conditions de séchage pendant l'été et la période critique de repos végétatif nécessaire à la luzerne pour résister à l'hiver.

Terres

Le Canada compte près d'un milliard d'hectares de terres, mais seulement 5 % d'entre elles, soit environ 44 millions d'hectares, sont des terres agricoles améliorées. On pourrait mettre en production 16 millions d'hectares supplémentaires, mais une large part de ces terres se situent dans des endroits marginaux tant du point de vue du sol que du climat et sont moins productives que les surfaces cultivées actuellement. De plus, l'utilisation de quelques-unes des meilleures terres agricoles à d'autres fins, comme l'urbanisation, le transport et l'industrie, limite encore plus les ressources disponibles pour l'agriculture et la production alimentaire.

Le programme sur les ressources pédologiques a pour objet de fournir des données aux chefs décisionnaires et à ceux qui déterminent l'aménagement du territoire. On doit définir en termes de production virtuelle et en facteurs économiques les conséquences des changements dans les modes d'exploitation et de la perte des terres agricoles allouées à d'autres fins. Des renseignements dans ce domaine sont nécessaires pour estimer la productivité virtuelle des cultures soumises à diverses contraintes économiques, pour évaluer les besoins en ressources matérielles du secteur agricole et pour connaître le degré de dégradation de nos sols et ses incidences écologiques. La protection de l'environnement commence par un usage bien planifié des terres et repose sur une connaissance approfondie des ressources pédologiques.

La plupart des régions habitées du pays ont été soumises à des travaux de prospection, du moins à grande échelle, mais beaucoup d'entre elles doivent être prospectées à nouveau selon des techniques plus précises et un système d'interprétation établi. En outre, la demande d'études détaillées sur des territoires plus restreints comme les périmètres d'irrigation et les zones en périphérie des villes croît rapidement, de même que la nécessité d'une interprétation plus précise.

Au Canada, la prospection pédologique s'inscrit dans le cadre d'un programme coopératif des gouvernements fédéral et provinciaux et des universités, mis en œuvre par les instituts de pédologie situés dans chaque province ou région. Le personnel répond aux demandes de renseignements des usagers non seulement en agriculture, mais dans de nombreux domaines comme les forêts, les loisirs, la conservation de la faune, l'urbanisme, l'évaluation des taxes foncières et la mise en valeur du Nord. L'utilisation d'un système uniforme de classification et de cartographie des sols s'impose si l'on veut que les renseignements recueillis puissent servir à des fins multiples.

Les programmes nationaux d'inventaire, de classification et d'évaluation des ressources pédologiques, ainsi que la recherche sur la physique, l'ingénierie et la pédogénèse relèvent de l'Institut de recherches sur les terres, tandis que les programmes de recherches fondamentales sur la minéralogie, la matière organique et la chimie des couches superficielles du sol sont mis en œuvre par l'Institut de recherches chimiques et biologiques et par plusieurs autres stations de recherches du pays.

Réalisations

Les pertes massives de sol que l'on a observées dans les régions de production de pommes de terre du bassin supérieur de la rivière Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick, présentent un problème de taille. Les résultats préliminaires obtenus à partir des parcelles d'étude de l'érosion établies en 1981 à la station de recherches de Fredericton indiquent en effet que les pertes de sol qui se produisent lorsque l'on plante des pommes de terre dans le sens d'une dénivellation de 11 % atteignent 38 tonnes par hectare et par année, tandis qu'elles se limitent à 2 tonnes par hectare et par année lorsque les semis sont pratiqués en suivant les courbes de niveau du terrain. Les analyses chimiques de l'eau de ruissellement et des sédiments ont par ailleurs montré que plus de 20 % de l'engrais azoté que l'on a ajouté est éliminé avec le sol érodé de la parcelle de pommes de terre (plantées dans le sens de la dénivellation). Par ailleurs, les pertes de sol subies par les jachères et les terres qui servent à la culture des céréales atteignent respectivement 20 et 0,2 tonnes par hectare et par année.

Un bilan de l'azote du sol établi dans le cadre d'une étude sur la rotation à long terme des cultures céréalières et oléagineuses effectuée à Swift Current a montré que pendant la saison de 1982, les précipitations, qui dépassaient de 20 % la moyenne à long terme, ont provoqué la perte par lessivage d'environ 120 kilogrammes d'azote par hectare pour des terres en jachère estivale. Une extrapolation de ces résultats pour la zone des sols bruns a permis de constater que cela équivalait à une perte définitive d'une quantité d'azote assimilable pour les plantes évaluée à environ 200 millions de dollars. On a de plus estimé que le lessivage pouvait être à lui seul tenu responsable de la moitié des pertes d'azote organique subies par les sols des Prairies depuis leur mise en culture. Une fertilisation plus appropriée, des périodes de rotation plus longues et l'incorporation, dans le cycle de rotation, d'espèces ensemencées l'automne comme le seigle d'automne sont autant de

degradation and that alternative methods of moisture conservation and weed control are required.

Four years of field-plot research and controlled-environment studies in which isotopes were used indicated that subsoil reserves of sulfates meet the needs of growing crops for the essential nutrient sulfur. Neither barley nor rapeseed, which have high sulfur requirements, responded to sulfur fertilizer when subsoil reserves were adequate, even though the topsoil was low in sulfur. These results show that the application of sulfur by growers should be related to soil tests on samples obtained to a depth of at least 60 centimetres. Many farmers can save money by avoiding unnecessary sulfur application.

At the Chemistry and Biology Research Institute, research related to soil acidity showed that the major effect of acidification, caused by acid-forming emission and intense fertilization, was an increase in the formation of inorganic noncrystalline components in the soil. Laboratory experiments suggested that the application of gypsum followed by lime can improve soil fertility, leading to better crop production. Analysis of humic acids extracted from soils buried for thousands of years showed that with increasing age, most proteins, amino sugars, and ammonia are converted to complex polymeric compounds of still unknown chemical structure.

The reaction of urea with xylose was found to produce a new compound, oxazolidine, which may explain what happens when urea is added to soils. Progress made in the methodology of nuclear magnetic resonance spectroscopy demonstrated its usefulness in characterizing soil organic matter and its major components. Iron-oxidizing bacteria were found to solubilize silicate minerals, suggesting that the role of these microbes in soil genesis has been underestimated.

In eastern Ontario, 10 methods were used to study the deterioration of soil quality after intensive long-term tillage of four different soil types. Below a depth of 10 centimetres, all soils had higher density, fewer air-filled pores, slower water movement, and slower oxygen diffusion compared with uncultivated sites. Organic matter was reduced in the first 10 centimetres by intensive tillage, but total quantities present in the soil were not significantly altered. In the Peace River region, research showed that most serious soil erosion occurs when the snow melts, and only rarely during intense storms in the growing season. Average erosion after 4 years of summerfallow was 14 tonnes per hectare per year compared with less than 1 tonne per hectare per year where barley and canola were grown. Reducing the use of summerfallow is one of the best soil management measures for controlling erosion in this region.

A new contract was negotiated with the University of Guelph to develop a prototype national land evaluation system for Canada. Consultation for the duration of the contract was solicited and obtained from the Regional Development Branch of Agriculture Canada, the Lands Directorate of Environment Canada, the Canadian Agricultural Research Council (CARC), the Canadian Federation of Agriculture, and the Canada Grains Council. Reports describing the Ontario land evaluation model were prepared by the contractor, jointly with the Land Resource Research Institute (LRRI).

In Manitoba, development is well advanced in the preparation and testing of a procedure to model the yield of wheat based on land resource and climatic information. The procedure is needed to provide a consistent method for estimating the potential of crop production at the regional or provincial level for input to land evaluation models or regional quarter-section data bases.

At the request of the Planning Department of the Regional Municipality of Ottawa–Carleton, procedures were established for the identification of large-scale areas of agricultural priority. The technique permits the identification of core agricultural zones, underutilized land resources, and other combinations of soil and land use. Procedures are applicable on a detailed scale and will be used for provincial and regional planning.

Self-contained units were obtained to modernize the input of map data in the soil survey units. The digitizing stations will provide the soil surveyors with efficient, local data-handling. This new development and the availability of the Canadian Soil Information System (CanSIS) user's manual have made the national files of CanSIS accessible to users across Canada. CanSIS is starting to play an active role in promoting national standards of consistency and in correlating land resource information.

The Lennoxville Research Station, in collaboration with 12 scientists, conducted soil calibration studies on cereal, forage, and horticultural crops to characterize Quebec soils as having high, intermediate, or low phosphorus and potassium content and to recommend the appropriate dose of nitrogen, phosphorus, and potassium for each category. The experiment included 559 crop-sites and 28 crop species. Eighteen fertilization charts were published. The crops included oats, barley, wheat, corn, potatoes, sugar beets, soybeans, celery, onions, lettuce, carrots, tomatoes, strawberries, and raspberries. Crop yields were doubled on soil with a low content of phosphorus or potassium (less than 100 kilograms per hectare). Yields increased by 15–25% on soil with an intermediate content of phosphorus or potassium (100–200 kilograms per hectare) and by less than 10% on soil with a high content of phosphorus or potassium (greater than 200 kilograms per hectare). These results will enable producers to apply fertilizers according to soil analysis and crop response to fertilization, which in turn will result in cost savings and environmental benefits.

At the Saint-Jean Research Station, three drainage experiments were conducted on a newly developed organic soil where three cultural methods were superimposed. Measurements were made of carrot yields, subsidence, water table fluctuations, subsurface drain performance, hydraulic conductivity, and bulk density. Cultivating the soil with a rotary tiller produced the highest carrot yields during the first year. After 7 years, total subsidence was 515 millimetres and depended mostly on organic soil depth. Hydraulic conductivity values did not change after 5 years of drainage. Bulk density of the first 20 centimetres increased by 71% in 6 years, whereas the values lower down in the profile increased by 3.3–16.2%.

Mapping was conducted on about 1 174 000 hectares, representing an increase of 56% over the previous years. Sixteen soil reports were published, and 20 reports were completed to the publication stage. Small-scale generalized maps were compiled for the agricultural portion of the Peace River region, south of latitude 55 degrees, and for a portion of Northern Ontario.

Water resources

In addition to the normal needs for freshwater resources shared by all Canadians, agriculture requires water for livestock production and for the irrigation of crops. At present, irrigation is practiced on about 0.5 million hectares in Canada, located mainly in the semiarid regions of the southern Great Plains and in the interior of British Columbia. A further 0.5 million hectares could be irrigated with current economic and technological capabilities. The main limitations to further expansion are the high costs of developing less suitable soils or of transporting water to desirable soil areas. However, current estimates indicate that the supply of water is unlikely to be a major limiting factor in the foreseeable future.

Among the factors that could help to increase agricultural production in Canada, water is probably the most important. Inadequate water management has been implicated in several major soil problems, including salinization and erosion. Efficient water

pratiques qui peuvent permettre de réduire efficacement les pertes dues au lessivage.

À Lethbridge, on a étudié les effets de la jachère d'été sur la structure des sols, dans le cadre d'une expérience à long terme portant sur les sols chernozémiques brun foncé. Des analyses de sols cultivés en rotation (blé–jachère) depuis 1912 ont montré qu'une augmentation de la fréquence des jachères cause une réduction de la taille et de la stabilité des agrégats. Or, la présence d'agrégats stables est essentielle pour assurer l'aération, la rétention d'eau et le drainage des sols et influe donc énormément sur la production. Il s'agit là d'une autre preuve quantitative des effets de la jachère d'été sur l'accélération de la dégradation des sols, et de la nécessité de mettre au point des méthodes de rechange pour la conservation de l'humidité et la lutte contre les mauvaises herbes.

Quatre années de recherches en parcelles et en milieu contrôlé avec l'aide d'isotopes ont permis de constater que les réserves en sulfates du sous-sol répondent aux besoins des cultures en cet élément essentiel. Ni l'orge ni le colza, deux espèces dont les besoins en soufre sont élevés, n'ont réagi à l'ajout d'engrais soufrés lorsque les réserves du sous-sol étaient suffisantes, même si la teneur en soufre du sol était faible. Ces résultats montrent qu'avant d'ajouter du soufre le producteur devrait faire analyser son sol provenant d'échantillons prélevés jusqu'à une profondeur d'au moins 60 centimètres. Beaucoup de producteurs peuvent ainsi épargner de l'argent en évitant l'épandage inutile de cet élément.

À l'Institut de recherches chimiques et biologiques, les résultats des recherches portant sur l'acidité des sols ont montré que l'acidification des sols due aux émissions acides et à l'utilisation intensive d'engrais a pour effet principal d'accroître la formation de composantes inorganiques non cristallines dans le sol. Les résultats d'expériences en laboratoire donnent à penser que l'ajout de gypse suivi de chaux peut accroître la fertilité du sol, et ainsi augmenter la production. L'analyse des acides humiques extraits de sols enfouis pendant des milliers d'années a montré qu'avec l'âge, la plupart des protéines, des sucres aminés et de l'ammoniaque sont convertis en polymères complexes de structure encore inconnue.

On a découvert que la réaction de l'urée avec le xylose produit un nouveau composé, l'oxazolidine, qui explique peut-être ce qui se produit lorsqu'on ajoute de l'urée aux sols. Par ailleurs, les progrès réalisés dans le domaine de la spectroscopie à résonance magnétique nucléaire ont permis de constater l'utilité de cette méthode pour la caractérisation de la matière organique des sols et de ses principales composantes. On a finalement trouvé que les bactéries ferro-oxydantes solubilisent les silicates, ce qui donne à penser que le rôle de ces micro-organismes dans la pédogénèse a été jusqu'à maintenant sous-estimé.

Dans l'est de l'Ontario, 10 méthodes différentes ont été utilisées pour étudier la détérioration des sols à la suite de labours intensifs et répétés de quatre types de sols différents. À plus de 10 centimètres de profondeur, tous les sols présentaient une plus grande densité, moins de pores d'air, un écoulement de l'eau plus lent et une diffusion moins rapide de l'oxygène, comparativement à des sols non labourés. La teneur en matière organique était réduite, dans les 10 premiers centimètres, par le labourage intensif, mais la quantité totale présente dans le sol n'était pas modifiée de façon significative. Dans la région de la Rivière-de-la-Paix, les recherches ont montré que l'érosion est plus forte pendant la période de la fonte des neiges et qu'une telle érosion ne s'observe que rarement au cours des orages qui surviennent pendant la saison de croissance. L'érosion moyenne, après 4 années de jachères d'été, a été évaluée à 14 tonnes par hectare et par année, comparativement à moins de 1 tonne par hectare et par année lorsqu'on cultivait de l'orge et du canola. La réduction de la fréquence des jachères d'été constitue une des meilleures façons de réduire les pertes dues à l'érosion dans cette région.

Un nouveau contrat a été négocié avec l'Université de Guelph pour la mise au point du prototype d'un système national d'évaluation des terres pour le Canada. Pendant toute la durée du projet, les chercheurs ont pu bénéficier des conseils de la Direction générale du développement régional (Agriculture Canada), de la Direction générale des terres (Environnement Canada), du Conseil de la recherche agricole du Canada (C.R.A.C.), de la Fédération canadienne de l'agriculture et du Conseil des grains du Canada. Les rapports décrivant le modèle d'évaluation des terres de l'Ontario ont été rédigés par l'université, conjointement avec l'Institut de recherches sur les terres (I.R.T.).

Au Manitoba, les travaux de préparation et de mise à l'essai d'une méthode de modélisation du rendement du blé à partir des données portant sur les ressources des terres et de données météorologiques ont beaucoup progressé. On cherche à élaborer une méthode fiable pour évaluer la production agricole virtuelle d'une région ou d'une province, aux fins d'utilisation dans des modèles d'évaluation des terres ou de mise sur pied de bases de données pour des quarts de section régionaux.

À la demande du Département de la planification de la Municipalité régionale d'Ottawa–Carleton, on a établi la marche à suivre pour la délimitation de grandes superficies destinées prioritairement à l'agriculture. La méthode permet l'identification des zones à vocation strictement agricole, des terres sous-utilisées et d'autres zones où les terres servent à divers autres usages. Elle permet d'obtenir des données très détaillées et pourra ainsi être utilisée pour la planification provinciale et régionale.

Les équipes de prospection des sols utilisent maintenant, pour l'acquisition de données cartographiques, de nouveaux modules intégrés. Par ailleurs, les stations de calcul permettront de traiter efficacement, sur place, les données des relevés. À ces nouveaux outils vient s'ajouter la publication du manuel du Système canadien d'information sur les sols (CanSIS) grâce auquel les données du CanSIS sont disponibles partout au Canada. Le système CanSIS commence à jouer un rôle actif dans la promotion de normes nationales fiables et dans la corrélation des renseignements sur les ressources des terres.

La station de recherches de Lennoxville, en collaboration avec 12 chercheurs, a procédé à des études de calibration des sols utilisés pour la culture des céréales, des plantes fourragères et des plantes horticoles afin de caractériser les sols du Québec quant à leur teneur (élevée, moyenne ou faible) en phosphore et en potassium, et pour recommander les quantités appropriées d'azote, de phosphore et de potassium à ajouter pour chaque catégorie. L'expérience a porté sur 559 cultures-sites et 28 espèces. On a publié 18 grilles de fumure. Au nombre des espèces étudiées, on comptait l'avoine, l'orge, le blé, le maïs, les pommes de terre, les betteraves à sucre, le soja, le céleri, les oignons, la laitue, les carottes, les tomates, les fraises et les framboises. Les rendements ont doublé pour les sols à faible teneur en phosphore ou en potassium (moins de 100 kilogrammes par hectare); ils ont augmenté de 15 à 25 % pour les sols à teneur intermédiaire en ces deux éléments (100 à 200 kilogrammes par hectare) et n'ont pas augmenté de plus de 10 % pour les sols à teneur élevée (plus de 200 kilogrammes par hectare). Ces résultats permettront aux producteurs d'utiliser les engrais selon les résultats des analyses du sol et la réaction des cultures à la fertilisation, ce qui permettra de réduire les coûts de production tout en protégeant l'environnement.

À la station de recherches de Saint-Jean, on a procédé à trois expériences de drainage sur un sol organique en développement où trois méthodes de culture étaient superposées. On a mesuré les rendements en carottes, l'affaissement du sol, les fluctuations de la

conservation in subhumid and semiarid regions under rain-fed conditions remains a challenge. The main programs in the Research Branch deal with irrigation systems and practices, management of water for agriculture in rain-fed prairie areas, and drainage systems and practices for humid regions.

Research accomplishments

A technique to map the occurrence of soil salinity with the use of remote-sensing satellite imagery (LANDSAT) was developed at Lethbridge through contract research. The method provided about 85% accuracy in detecting moderately to strongly saline soils when tested on an area of 90 000 square kilometres in southern Alberta. The method is planned to be used to accurately map the total area of saline soils on the Canadian prairies. This information is required for inventory and reclamation planning and for monitoring changes associated with weather and farming practices.

The results of a 10-year study indicated that installation of drains with a mole plow can be an effective method of draining waterlogged soils. The soil must have a clay or clay–loam texture for the method to be successful and adequate moisture content at the time of installation to prevent the collapse of the drains. Mole drainage is much less expensive than traditional subsurface tube or tile drainage and should have widespread application in improving western Canadian soils underlain by impervious glacial till.

An 11-year experiment at Lethbridge showed that irrigation with municipal waste water provides a valuable source of water and nutrients for growing forage crops in a semiarid environment. Long-term mean yields of alfalfa dry matter were about 10 tonnes per hectare, without additional fertilizer; however, reed canarygrass required about 100 kilograms per hectare of fertilizer nitrogen to obtain this level of production. Forages were of normal nutritional quality and did not contain heavy metals or other elements at concentrations likely to be toxic to animals. This practice for utilization and disposal of waste water has already been adopted by at least 25 municipalities and 30 agricultural industries in Western Canada.

At the Swift Current Research Station, various aspects of effluent irrigation have been studied since 1973. Management techniques have been developed to utilize waste water with a high salt content by irrigating with 10–15% more water than the plants use. The utilization of waste water for irrigation increases agricultural output, solves environmental pollution problems because the water that is recycled to the streams and groundwater is of high quality, and reduces the cost of sewage treatment and disposal for urban communities in agricultural areas of Canada.

Research on the application of time-domain reflectometry (TDR) has resulted in the development, by electrical engineers under contract to the Land Resource Research Institute, of a TDR instrument that measures the water content of soil. As a result of the project, a relationship between water content of soil and the measured dielectric constant was established. The TDR technique can be applied to soil to give a rapid and reliable measure of its water content. The technique has been applied successfully for the measurement of water infiltration in soil, water uptake by plants, and frost penetration during winter. This instrument will find major application in automated irrigation scheduling and will thus control both water and fertilizer leaching. Research applications include studies on water balance, irrigation research, dryland water-use efficiency, and frost and thaw penetration. A market analysis showed a potential benefit-cost ratio of 4 to 1 based on projected sales.

Another study at the Land Resource Research Institute led to the conclusion that in one of the major cultivated clay soils of the Canadian Great Lakes basin, more than 50% of the soluble phosphorus contribution to water pollution came from subsurface (tile) drainage. Phosphorus was highest in shallow drains and in places where phosphorus fertilizer had been used. Sediment was also carried in tile drains and was affected by crop type and drain depth. Runoff and erosion control measures on agricultural land will only partly reduce reactive phosphorus levels in some streams. Research on other control measures will therefore be needed if water pollution by phosphorus is to be reduced in streams draining from all soil types.

At Swift Current, an alfalfa field irrigated with sewage lagoon effluent provides additional nutrients to the crop and decontaminates the polluted water before it enters streams and ground water.

À Swift Current, l'irrigation d'un champ de luzerne à l'aide des effluents des étangs de sédimentation fournit des éléments nutritifs additionnels à la culture, et permet de décontaminer l'eau polluée avant qu'elle ne s'infiltre dans les ruisseaux et la nappe phréatique.

Recent studies at Lethbridge on the growth and development of Eurasian water milfoil (*Myriophyllum spicatum*) in controlled environments showed that this introduced, rooted, submerged aquatic macrophyte can survive on the Canadian prairies and could spread rapidly throughout the irrigation canals and reservoirs of Alberta. In canal hydrosoil, the summer form of the plant can grow as much as 5 centimetres per week under cool-white fluorescent lamps at a water temperature of 20–24°C. As the water temperature is slowly reduced (1°C per 14 days), the winter-growth form begins to develop at 14°C and vegetative growth continues until 5°C. Vegetative growth and root development are distinctly different in the two growth forms. As a result of these studies, the Province of Alberta has initiated an extensive public awareness program to attempt to keep fragments and plants from being brought into the province during the summer. The Alberta Department of Environment has initiated annual aquatic plant surveys on major recreational lakes and irrigation reservoirs, and annual seminars are planned to inform irrigation and recreational workers of the potential danger from the introduction of Eurasian water milfoil to Alberta waterways.

Environmental quality

The quality of our environment affects and is affected by agriculture — an important relationship that is not always recognized. Thus, the agricultural community is concerned about the adverse effects of air, water, and soil pollution on the quality and quantity of food and fiber. Conversely, concern for the environment and human health is exerting increasing pressure on the agricultural industry to justify and account for the use of chemicals in food production systems.

nappe phréatique, le drainage du sous-sol, la conductivité hydraulique et la densité apparente. Le travail du sol avec une bêche rotative a donné les meilleurs rendements pendant la première année. Après 7 ans, l'affaissement total atteignait 515 millimètres et dépendait surtout de la profondeur du sol organique. La conductivité hydraulique n'a pas varié après 5 années de drainage. La densité apparente des 20 premiers centimètres s'est accrue de 71 % en 6 ans, mais les valeurs mesurées plus profondément dans le sol n'ont augmenté que de 3,3 à 16,2 %.

On a fait des relevés cartographiques sur une superficie de quelque 1 174 000 hectares, ce qui représente une augmentation de 56 % sur l'année précédente. On a publié 16 études pédologiques et rédigé 20 autres manuscrits dans le même domaine. On a préparé des cartes de généralisation, à petite échelle, de la partie agricole de la région de la Rivière-de-la-Paix (au sud du 55e parallèle) et d'une partie du nord de l'Ontario.

Eau

En plus des besoins normaux des Canadiens en eau potable les agriculteurs utilisent l'eau pour l'élevage et l'irrigation des cultures. Le pays compte actuellement 0,5 million d'hectares de terres irriguées, surtout dans la zone semi-aride du sud des Prairies et le centre de la Colombie-Britannique. Une superficie additionnelle de 0,5 million d'hectares pourrait être aménagée compte tenu des ressources économiques et technologiques actuelles. Le principal obstacle à une plus grande expansion demeure le coût élevé de la mise en valeur des sols moins propices ou le transport de l'eau aux endroits appropriés. Toutefois, d'après les estimations actuelles, il ne semble pas que l'approvisionnement en eau devienne un problème dans un avenir prévisible.

Parmi les facteurs susceptibles de contribuer à l'accroissement de la production agricole nationale, l'eau est sans doute le plus important. La mauvaise utilisation des eaux a souvent été responsable de plusieurs problèmes édaphiques importants, notamment la salinisation et l'érosion. La conservation de l'eau dans les régions subhumides et semi-arides demeure un défi important en régime pluvial. Les principaux programmes de la Direction générale de la recherche portent sur les systèmes et les modes d'irrigation, l'utilisation de l'eau pour l'exploitation agricole dans les régions en régime pluvial des Prairies de même que les systèmes et les modes de drainage en régions humides.

Réalisations

Dans le cadre d'un projet de recherches contractuelles, on a mis au point, à Lethbridge, une méthode de cartographie de la salinité des sols à l'aide de la télédétection par satellite (LANDSAT). Mise à l'essai sur une superficie de 90 000 kilomètres carrés, dans le sud de l'Alberta, cette méthode a permis la détection de sols de salinité variant de moyenne à élevée avec une exactitude d'environ 85 %. On prévoit l'utiliser pour cartographier la totalité des sols salins des Prairies canadiennes. Ces renseignements sont nécessaires pour les inventaires, la planification de la mise en valeur et la surveillance des changements amenés par les conditions météorologiques et les méthodes de culture.

Les résultats d'une étude de 10 ans ont démontré que l'installation de drains à l'aide d'une charrue-taupe peut constituer une méthode efficace de drainage des sols engorgés. Cette méthode donne de bons résultats sur les argiles ou les loams argileux et la teneur en humidité du sol doit être suffisante, au moment de l'installation, pour éviter que les drains ne s'affaissent. Le drainage par charrue-taupe est beaucoup moins coûteux que la méthode classique d'installation de tuyaux souterrains et pourrait servir largement à l'amélioration des sols de l'Ouest canadien dont l'assise est faite d'un till glaciaire imperméable.

Une expérience de 11 années menée à Lethbridge a montré que l'irrigation avec les eaux municipales usées constitue une source intéressante d'éléments nutritifs pour la croissance des plantes fourragères en milieu semi-aride. Les rendements moyens à long terme de luzerne (matière sèche) atteignaient environ 10 tonnes par hectare, sans addition d'engrais; toutefois, il a fallu ajouter environ 100 kilogrammes par hectare d'engrais azoté pour atteindre un tel rendement avec l'alpiste roseau. Les fourrages obtenus présentaient une qualité nutritive normale et ne contenaient pas de métaux lourds ni d'autres éléments à des teneurs risquant d'avoir un effet toxique pour les animaux. Cette pratique d'utilisation des eaux d'égouts a déjà été adoptée par au moins 25 municipalités et 30 entreprises agricoles dans l'ouest du Canada.

À la station de recherches de Swift Current, on étudie, depuis 1973, divers aspects de l'irrigation à l'aide d'effluents. Diverses méthodes ont été mises au point pour utiliser les eaux usées à haute teneur en sel en réglant le volume d'irrigation de façon à dépasser de 10 à 15 % le volume effectivement utilisé par les plantes. L'emploi des eaux usées pour l'irrigation permet d'accroître le rendement agricole, de résoudre les problèmes de pollution de l'environnement du fait de la grande qualité de l'eau recyclée dans les cours d'eau et les réserves souterraines, et de réduire les coûts de traitement et d'élimination des eaux d'égouts dans les villes des régions agricoles du Canada.

Les recherches sur l'application de la réflectométrie dans le temps (T.D.R.) ont mené à la mise au point, par des spécialistes en génie électrique travaillant sous contrat pour l'Institut de recherches sur les terres, d'un instrument permettant de mesurer la teneur en eau du sol. À partir des résultats de ce projet, on a établi un rapport entre la teneur en eau du sol et la constante diélectrique. La méthode T.D.R. peut ainsi donner une mesure rapide et fiable de la teneur en eau. On l'a utilisée avec succès pour mesurer l'infiltration de l'eau dans le sol, l'absorption de l'eau par les plantes et la pénétration du gel pendant l'hiver. Cet instrument pourra s'avérer extrêmement utile dans la planification de l'irrigation automatique en permettant de limiter à la fois les pertes d'eau et d'engrais. Au nombre des applications de cet instrument, il convient de mentionner des études sur le bilan hydrologique, la recherche sur l'irrigation, l'efficacité de l'utilisation de l'eau en aridoculture. Les résultats d'une analyse de marchés donnent à penser que le rapport avantages/coûts du système pourrait atteindre 4 pour 1, selon les ventes projetées.

Une autre étude menée par l'Institut de recherches sur les terres a amené ses auteurs à conclure que dans le cas d'un des principaux sols argileux cultivés dans le bassin des Grands Lacs, plus de 50 % de la pollution des eaux due au phosphore soluble provenait du drainage souterrain (tuyaux). On a mesuré les teneurs en phosphore les plus élevées dans les drains peu profonds et aux endroits où des engrais phosphatés avaient été utilisés. Les tuyaux de drainage laissaient aussi s'échapper des sédiments dont la quantité variait avec le type de culture et la profondeur du drain. Les mesures de lutte contre le ruissellement et l'érosion dans les terres agricoles ne limiteront qu'en partie les teneurs en phosphore mesurées dans certains cours d'eau. Ainsi, pour réduire la pollution par le phosphore dans les cours d'eau, il faudra mettre au point d'autres méthodes de lutte et ce, quel que soit le type de sol.

Des études récentes menées à Lethbridge sur la croissance du myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*) en milieux contrôlés ont démontré que cette macrophyte aquatique introduite peut survivre dans les Prairies canadiennes et pourrait se propager rapidement dans les canaux et les réservoirs d'irrigation de l'Alberta. Enracinée dans le sol provenant du lit d'un canal, la forme estivale

Agriculture Canada maintains a base for gathering data and a research capability for investigating transport mechanisms and the transformations that agricultural chemicals and by-products undergo in the environment. This information ensures that decisions are based on facts rather than emotion, and that agriculture is able to fulfill its role as a food producer.

The environmental quality program of the Research Branch is active at nine locations across the country. Although it is difficult to separate environmental from production programs, three main areas of environmental concern have been identified: crop and animal residues, pesticide management, and plant nutrients. Some work is also carried out on nonagricultural pollutants.

Research accomplishments

With the use of radio-labeled pesticides, experiments at the Chemistry and Biology Research Institute showed that part of the total pesticide residue is bound chemically or physically and cannot be recovered by standard solvent-extraction procedures. Thus, for a long time the presence of total pesticide residues in plants has been underestimated. Further experiments showed that bound pesticide residues in crops, such as corn, were released when incubated in vitro with a liver homogenate. These results illustrate the complexity and importance of the previously unknown problem of bound pesticide residues in crops and food products. A simplified mathematical model that requires the use of only an ordinary pH meter and a pocket calculator was developed by which it is now possible to predict the persistence of atrazine, a widely used herbicide in agricultural crops. Results of studies on natural products showed that certain secondary plant metabolites, such as sequiterpene lactones, are of potential use as pesticides and that modification of the chemical structure of these compounds may further enhance their activity and specificity.

Soil studies conducted at Lethbridge, under laboratory and field conditions, established a half-life of 5–7 weeks for deltamethrin on a mineral soil. There was no evidence of significant lateral or downward movement of residues. Although the rate at which residues declined was slower over the winter, only 5–7% of the applied deltamethrin remained after 52 weeks. Thus, residues should not accumulate with once-a-year applications. The results of this research were submitted to the Pesticide Division, Food Production and Inspection Branch, in support of the first registration of deltamethrin in Canada.

Laboratory studies at London confirmed the theory that pretreatment of soil with some carbamate insecticides can result in rapid reduction of carbamate degrading factors. A single carbofuran pretreatment of a light mineral soil with no history of previous pesticide treatment resulted in greatly increased degradation rates of subsequent carbofuran treatments. The drastic reduction in activity produced by heat sterilization, freezing, or drying suggests that soil microorganisms are the active agents. Increased degradation rates for a variety of aryl- and oximino-methylcarbamates were observed in carbofuran-activated soil, but this soil did not affect the degradation rates of butylate, chlorpropham, or phorate. Further research will be necessary to evaluate the importance of this phenomenon.

A 3-year study on the behavior in soil of the systemic insecticide aldicarb was also completed at London. Laboratory and field studies showed that aldicarb oxidizes to its sulfoxide and sulfone in soil; all three compounds were insecticidal, with aldicarb the most biologically active in soil. Activity was influenced by soil and climatic conditions. Persistence of residues in soil was generally short, particularly in light mineral soil, where under normal weather conditions, appreciable residue levels persisted for only 1 or 2 weeks. Aldicarb and its sulfoxide were rapidly adsorbed in high concentrations by potato seed, which served as a reservoir for the transfer of aldicarb and its metabolites to the plant foliage during the early part of the growing season. No significant residues were detected in potatoes at harvest. Aldicarb residues leached rapidly through light mineral soil. The persistence of aldicarb and its oxidation products in water was both pH- and temperature-dependent.

2,4-Dichlorophenol and 2,4-dichloroanisole, two elusive breakdown products of 2,4-D, were extracted from Saskatchewan soils and identified at the Regina Research Station. The existence of these degradation products has long been postulated, but this is the first report of their isolation from treated soils. 2,4-D breaks down rapidly in soil, and its degradation products also have a short life span.

A study at the Animal Research Centre on changes in composition and properties of stored dairy manure indicated that 4–9% of nitrogen was lost during storage in covered concrete tanks. Volatile fatty acid content increased with storage. The results are important for the proper matching of manure applications to crop requirements and are essential in the development of systems to conserve crop nutrients and organic carbon in manures.

Energy

Energy is of vital concern to agriculture. Although less than 6% of the total energy used in Canada is needed to produce food before it leaves the farm, a lot of energy goes into food processing and distribution. Research will be aimed at developing and transferring new suitable technology to increase the efficiency of energy use in the production of crops and animals and in the food processing and distribution systems. Energy conservation through better insulation of greenhouses and buildings, interfuel substitution, more efficient machinery and equipment, and the production and utilization of renewable energy are all aspects of energy utilization that need to be investigated.

The Research Branch of Agriculture Canada has a small group of energy research experts who provide specialized knowledge, but

Thermal blankets installed in the new solar-heated greenhouse at Saanichton are lowered at night to reduce heat loss and may reduce fuel costs by up to 20%.

Les écrans thermiques de la nouvelle serre chauffée à l'énergie solaire à Saanichton sont abaissés la nuit afin de diminuer les pertes thermiques; ils peuvent ainsi permettre une réduction de l'ordre de 20 % des coûts de combustible.

de cette espèce peut croître jusqu'à 5 cm par semaine sous un éclairage fluorescent, à des températures de l'eau variant de 20 à 24 °C. Lorsqu'on réduit graduellement la température de l'eau (1 °C tous les 14 jours), les formes hivernales commencent à se développer à 14 °C et la croissance végétative se poursuit jusqu'à 5 °C. La croissance végétative et le développement des racines diffèrent nettement chez les deux formes de croissance. Donnant suite aux résultats de ces études, la province de l'Alberta a lancé un important programme de sensibilisation du public afin d'empêcher que des fragments et des plantes de cette espèce ne soient importés dans la province pendant l'été. Le ministère de l'Environnement de l'Alberta procède maintenant à des inventaires annuels des plantes aquatiques dans les principaux lacs et réservoirs à vocation récréative et il prévoit tenir des colloques annuels afin d'informer les travailleurs des secteurs de l'irrigation et des loisirs des risques possibles que présente l'introduction du myriophylle à épi dans les cours d'eau de l'Alberta.

Qualité de l'environnement

La qualité de notre environnement influe sur l'agriculture tout en étant modifiée par celle-ci. C'est là une relation importante que nous méconnaissons souvent. D'un côté, la collectivité agricole s'inquiète des effets néfastes de la pollution de l'air, de l'eau et du sol sur la qualité et la quantité des aliments et des fibres qu'elle produit et, de l'autre, des préoccupations d'ordre écologique et hygiénique pressent de plus en plus le secteur agricole de justifier l'emploi des produits chimiques dans la production alimentaire.

Agriculture Canada tient une banque de données et dirige des installations de recherches afin d'étudier les mécanismes de transport et les transformations que subissent les produits agrochimiques et leurs sous-produits dans le milieu ambiant. Grâce aux renseignements ainsi obtenus, les décisions peuvent s'appuyer sur des faits plutôt que sur l'émotivité, et l'agriculteur peut s'acquitter pleinement de son rôle de pourvoyeur d'aliments.

Le programme de la Direction générale sur la qualité de l'environnement se poursuit à neuf endroits au pays. Bien qu'il soit difficile de séparer les projets sur l'environnement de ceux qui touchent à la production, on peut dégager trois grands domaines d'intérêt écologique: les déchets végétaux et animaux, les pesticides et les fertilisants. On s'intéresse un peu aussi aux polluants non agricoles.

Réalisations

Des expériences menées à l'Institut de recherches chimiques et biologiques sur des pesticides marqués aux isotopes radioactifs ont démontré qu'une partie des résidus de pesticides sont liés chimiquement ou physiquement et ne peuvent être récupérés au moyen des méthodes classiques d'extraction au solvant. Ainsi, la présence des résidus de pesticides dans les plantes a longtemps été sous-estimée. Des expériences ultérieures ont permis de constater que les résidus de pesticides liés qui se trouvent dans les plantes cultivées comme le maïs sont libérés par une incubation *in vitro* avec un homogénat de foie. Ces résultats montrent bien la complexité et l'importance du problème auparavant ignoré des résidus liés de pesticides dans les produits agro-alimentaires. On a mis au point un modèle mathématique simplifié qui permet, avec l'aide d'un simple pH-mètre et d'une calculatrice, de prédire la rémanence de l'atrazine, un herbicide d'usage très répandu en agriculture. Les résultats d'études portant sur des produits naturels ont montré que certains métabolites secondaires des végétaux comme les lactones de sesquiterpène pourraient servir de pesticides et que certaines modifications de la structure chimique de ces composés pourraient même en accroître l'activité et la spécificité.

Des études sur les résidus dans le sol menées en laboratoire et au champ, à Lethbridge, ont permis de fixer la demi-vie (de 5 à 7 semaines) de la deltaméthrine sur un sol minéral. Rien ne permettait toutefois de conclure à un déplacement latéral ou vers le bas des résidus. Même si le taux de disparition des résidus était ralenti pendant l'hiver, la proportion de deltaméthrine encore présente 52 semaines après l'épandage n'était plus que de 5 à 7 %. Ainsi, les résidus ne devraient pas s'accumuler lorsqu'on ne procède qu'à un épandage par année. Les résultats de cette étude ont été présentés à la Division des pesticides, Direction générale de la production et de l'inspection des aliments, à l'appui du premier enregistrement de la deltaméthrine au Canada.

Des travaux menés en laboratoire à London ont confirmé la théorie selon laquelle le traitement des sols avec des insecticides du type carbamate peut provoquer une forte augmentation des taux de dégradation du carbamate utilisé subséquemment. Un prétraitement unique au carbofuran d'un sol minéral léger qui n'avait jamais auparavant été traité aux pesticides a provoqué une forte augmentation des taux de dégradation du carbofuran appliqué par la suite. La très forte réduction d'activité provoquée par la stérilisation à la chaleur, le gel ou le séchage donne à penser que les micro-organismes du sol sont responsables de cette dégradation. On a par ailleurs observé une augmentation des taux de dégradation de toute une gamme d'aryl-et d'oximino-méthylcarbamates dans un sol pré-activé au carbofuran sans toutefois constater une différence des taux de dégradation du butilate, du chlorprophame ou du phorate. De plus amples recherches seront nécessaires pour évaluer l'importance de ce phénomène.

Une étude d'une durée de 3 ans portant sur le comportement, dans le sol, de l'insecticide systémique aldicarbe a aussi été réalisée à London. Les résultats des travaux effectués en laboratoire et au champ ont montré que l'aldicarbe s'oxyde dans le sol pour former du sulfoxyde et du sulfone, deux autres composés insecticides, mais dont l'activité biologique est moindre dans le sol. L'activité dépend des conditions édaphiques et climatiques. La rémanence dans le sol était courte en général, en particulier dans les sols minéraux légers où, sous des conditions météorologiques normales, il ne restait plus de quantités appréciables de résidus après 1 ou 2 semaines. L'aldicarbe et son sulfoxyde ont été rapidement absorbés en fortes concentrations par des morceaux de pommes de terre de semence, lesquelles servaient de réservoir pour le transfert de l'insecticide et de ses métabolites au feuillage des plantes au début de la saison de croissance. Aucun résidu notable n'a été détecté dans les pommes de terre à la récolte. Les résidus d'aldicarbe sont rapidement lessivés dans les sols minéraux légers. La rémanence de l'aldicarbe et de ses produits d'oxydation dans l'eau dépend à la fois du pH et de la température.

Deux produits intangibles de la dégradation du 2,4-D, le dichloro-2, 4 phénol et le dichloro-2,4 anisole, ont été extraits de sols de la Saskatchewan et identifiés à la station de recherches de Regina. On soupçonnait depuis longtemps l'existence de ces produits de dégradation, mais c'est la première fois qu'on les isole à partir de sols traités. Le 2,4-D se décompose rapidement dans le sol et ses produits de dégradation ne persistent pas longtemps non plus.

Une étude menée au Centre de recherches zootechniques sur les changements dans la composition et les propriétés du fumier de bovins laitiers entreposé a montré que 4 à 9 % de l'azote est perdu pendant l'entreposage dans des réservoirs de béton fermés. Par ailleurs, la teneur en acides gras volatils augmente pendant l'entreposage. Ces résultats peuvent s'avérer utiles pour la coordination des épandages de fumier en fonction des besoins des cultures, et sont essentiels pour la mise au point de systèmes favorisant la conservation des matières nutritives et du carbone organique contenus dans le fumier.

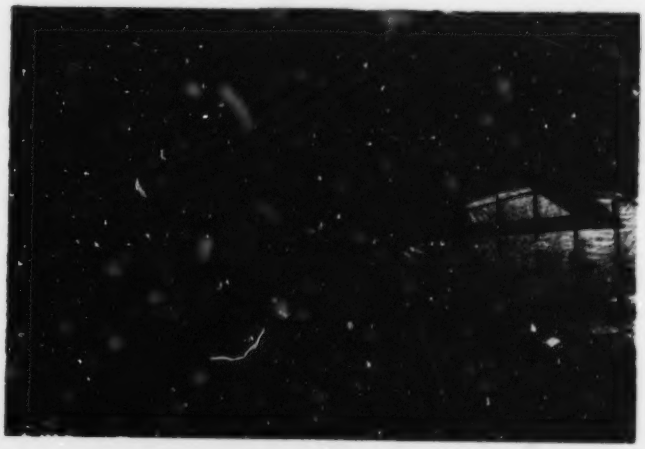
most of the research on energy is done by contracts with industry and universities.

Research accomplishments

An in-depth economic analysis of results from the first 12 years of the cereal–oilseed rotation study at Swift Current showed that a properly fertilized wheat–wheat–fallow rotation was 23% more profitable than the predominantly used wheat–fallow rotation in the Brown soil zone. It was estimated that if producers adopt the 3-year rotation, production of spring wheat in the Brown soil zone would increase by 22%, or 1.2 million tonnes annually, and gross farm income would increase by over $200 million annually. Furthermore, the more frequently cropped system would reduce erosion, salinity, and organic matter losses usually caused by frequent summerfallowing.

Another economic analysis of data gathered at the Lethbridge Research Station showed that reduced-tillage systems offer considerable advantages over conventional-tillage systems for erosion control. They also offer savings through reduced costs of input. However, high herbicide costs and low grain prices may slow the rate of acceptance of reduced-tillage systems.

Greenhouse energy conservation at the Saanichton Research and Plant Quarantine Station includes performance testing of two designs of a solar heating system. The first design is applicable to a shed-type greenhouse aligned east and west, where the north roof has been replaced with an insulated vertical north wall. A black shade-cloth hangs from a collecting duct mounted along the north ridge and acts as a solar collector. A centrifugal fan transfers heated air into two areas of rock storage beneath the greenhouse floor. This design used 38.8% less energy than a control house during a 9-month period, when 91.9% of the annual heating load occurs. For a large commercial greenhouse operation, this results in annual savings of $5.13 per square metre, or a pay-back period of 4.5 years. The second design supplies heat to a gable-type glass greenhouse and a doubled-layered polyethylene Quonset house with the use of an earth thermal storage (ETS) heat-exchange system. Surplus daytime heat is stored beneath the greenhouse floor and is released at night by interior air circulating through a network of buried pipes. During the spring of 1983, this design achieved an energy saving of 48.7%, compared with the control house. Preliminary results are being used to predict annual total energy savings of 20%. The pay-back period would be 2.7 years.



The effects of infrared heating on greenhouse production at Saanichton are evaluated with the use of heating pipes suspended from the greenhouse roof.

À Saanichton, on évalue les effets du chauffage à l'infrarouge sur la production en serres, au moyen de tuyaux de chauffage suspendus au toit de la serre.

Considerable energy savings were achieved through computerization of the Saanichton Research Station's new solar greenhouses. The computer currently controls seven greenhouse environments, with a total area of 1042 square metres, as well as two nutrient solutions for nutrient film technique (NFT) studies. This is accomplished through the regulation of modulating hot-water mixing valves, cooling louvers with fan jets, greenhouse vents, and pumps for the NFT systems. Temperature and humidity sensors, and Ph and conductivity probes, are used to regulate these devices. Wind vectors and light intensity also influence control. Energy use in each of the solar and control greenhouse compartments is based on the rate of water flow and on the temperature differential between the supply and return lines. The information is then stored and handled in the same way as normal sensor data.

ANIMALS

Cash receipts to farmers from the sale of livestock and livestock products totaled $9.3 billion in 1983, representing 49% of total farm cash receipts, of which cattle sales represented about 18% and dairy products, poultry, and pigs accounted for about 14, 7, and 9% of the total, respectively.

Only about 10% of Canada's landmass is suitable for food production, and because of harsh climate, rugged topography, or type of soil, a large part of that land cannot be used for production of cereals, oilseeds, horticulture, or special crops. However, it can produce forages readily utilized by ruminants, which explains why beef and dairy production are important in this country. Canada also markets large quantities of feed grains, oilseed meals, by-products, and wastes through livestock, including 80% of the cereals other than wheat, about 20% of the wheat, and substantial amounts of crop and processing wastes.

The increasing demand in Canada for animal products is expected to continue. There also is a significant and growing export market for animal products and breeding stock, particularly swine

Énergie

L'énergie est vitale pour l'agriculture. Bien que moins de 6 % de l'énergie totale utilisée au Canada serve à la production des denrées agricoles dans les fermes, une quantité importante de l'énergie va à la transformation et à la distribution des aliments. Aussi, la recherche dans ce domaine vise-t-elle à mettre au point et à offrir au secteur privé des techniques nouvelles qui permettront une utilisation optimale de l'énergie dans la culture et l'élevage ainsi que dans la transformation et la distribution des aliments. Il faudrait étudier les économies d'énergie sous différents aspects: une meilleure isolation des serres et des bâtiments, la substitution des combustibles, l'emploi de machines et de matériel plus efficaces ainsi que la production et l'exploitation de ressources renouvelables.

La Direction générale de la recherche compte un petit groupe de chercheurs spécialisés dans ce domaine, mais le gros des travaux se fait par contrat avec l'industrie et les universités.

Réalisations

Une analyse économique approfondie des résultats recueillis au cours des 12 premières années d'une étude de rotation des cultures de céréales et d'oléagineux, effectuée à Swift Current, a montré que la rentabilité d'une rotation blé–blé–jachère bénéficiant d'un programme adéquat de fertilisation était supérieure de 23 % à celle de la rotation blé–jachère actuellement largement employée dans la zone des sols bruns. On a estimé que si les producteurs adoptent la rotation sur 3 ans, la production de blé de printemps dans la zone des sols bruns s'accroîtra de 22 %, soit 1,2 million de tonnes par année, et que le revenu brut des exploitations agricoles augmentera de ce fait de plus de 200 millions de dollars annuellement. En outre, une augmentation de la fréquence des cultures réduirait l'érosion, la salinité et les pertes de matière organique causées d'habitude par des jachères trop fréquentes.

Une autre analyse économique de données recueillies à la station de recherches de Lethbridge a permis de constater que les systèmes de travail minimum du sol présentent des avantages considérables par rapport aux méthodes de culture classiques pour la lutte contre l'érosion. De plus, elles permettent de réaliser des économies en réduisant les coûts des facteurs de production. Toutefois, les coûts élevés des herbicides et les bas prix des céréales risquent de ralentir l'adoption du principe du travail minimum du sol.

La recherche portant sur la conservation de l'énergie dans les serres à la station de recherches et de quarantaine des plantes de Saanichton comprend la mise à l'épreuve de deux systèmes différents de chauffage à l'énergie solaire. Le premier s'adapte à une serre à toit en appentis, alignée dans le sens est-ouest, dont le côté nord est fait d'un mur vertical isolé; un rideau noir est pendu à une conduite, elle-même fixée au haut du mur, et sert de capteur solaire. Un ventilateur centrifuge transporte l'air chauffé dans deux lits de roches situés sous le plancher de la serre. Ce système a utilisé 38,8 % de moins d'énergie qu'une serre témoin pendant une période d'essai de 9 mois comptant pour 91,9 % de la demande annuelle en chauffage. Appliqués à une grande exploitation de serriculture, ces résultats correspondraient à des économies annuelles de 5,13 $ le mètre carré, soit une période de récupération de 4,5 années. Le deuxième système peut servir au chauffage d'une serre à toit en pignon ou d'une hutte Quonset à double couche de polyéthylène en utilisant un système d'échangeur de chaleur muni d'un dispositif de stockage souterrain. La chaleur captée pendant la journée est emmagasinée sous le plancher de la serre et remise en circulation pendant la nuit à l'aide d'un réseau de conduits souterrains dans lesquels circule l'air de l'intérieur de la serre. Lors d'un essai effectué au printemps de 1983, ce système a permis des économies d'énergie de 48,7 %, comparativement à une serre témoin. Les résultats préliminaires permettent de prévoir des économies totales annuelles d'énergie de l'ordre de 20 %. La période de récupération serait de 2,7 années.

Des économies d'énergie considérables ont été réalisées par l'informatisation de serres à énergie solaire de la station de recherches et de la quarantaine des plantes de Saanichton. L'ordinateur assure actuellement le contrôle de sept serres, d'une superficie totale de 1 042 mètres carrés, ainsi que de deux solutions nutritives utilisées pour des études de la technique sur couche nutritive. Il accomplit ce travail par l'intermédiaire de robinets de mélange d'eau chaude, de volets de refroidissement à jets à éventail, des systèmes de ventilation des serres et des pompes actionnant les systèmes de la technique sur couche nutritive. Le réglage de tous ces dispositifs est assuré par des détecteurs de température, d'humidité, de conductivité et de pH. La circulation de l'air et l'intensité d'éclairage jouent aussi un rôle. La quantité d'énergie utilisée dans chacun des compartiments alimentés à l'énergie solaire ou des compartiments témoins est évaluée à partir des mesures du débit d'eau et de la différence de température entre les conduites d'approvisionnement et celles de retour. Les données ainsi obtenues sont ensuite emmagasinées et traitées de la même façon que celles provenant d'un détecteur normal.

PRODUCTIONS ANIMALES

Les recettes agricoles tirées de la vente des animaux et de leurs produits ont totalisé 9,3 milliards de dollars en 1983, soit 49 % des recettes agricoles totales. Environ 38 % de cette somme proviennent de la vente de bovins, 14 % des produits laitiers, 7 % de la volaille et 9 % des porcs.

Environ 10 % seulement de la superficie du Canada se prête à la production alimentaire et, à cause de la rigueur du climat, du relief accidenté ou du type de sol, une bonne partie de ces terres ne peuvent servir à la production des céréales et des oléagineux, à l'horticulture ou aux cultures spéciales. Elles peuvent toutefois produire du fourrage pour les ruminants, ce qui explique pourquoi l'élevage de bovins laitiers et de boucherie occupe une place importante au Canada. Notre pays met également sur le marché de grandes quantités de céréales fourragères, de tourteaux d'oléagineux, de sous-produits et de déchets utilisables pour l'alimentation du bétail, y compris environ 20 % du blé, 80 % des autres céréales et une quantité appréciable de déchets de culture et de transformation des aliments.

and dairy cattle. Some trade occurs in beef and poultry. To meet these demands, Branch programs are focused on the selection and production of animals that are efficient converters of livestock feeds into high-quality animal products, and on efficient feeding and management systems.

Beef cattle

The beef production, processing, and marketing industry touches the lives of all Canadians, affecting their health and well-being, income, and quality of life. It has its roots in the large Canadian resources of rangelands and pastures, and in the other sources of low-quality, high-cellulose materials efficiently used only by ruminants. From a beef cattle population of over 10 million head, beef is produced and processed in every province. Beef production requires about 45% of our agricultural land, provides a livelihood for about 150 000 producers, and creates large numbers of jobs in the processing, merchandising, and consumer sectors. Beef is an important part of the Canadian diet, with an annual per capita consumption of 42 kilograms, and is the largest single source of protein consumed, amounting to about 25% of the total.

The beef industry is mainly oriented to domestic consumption, and about 93% of the beef consumed is produced in Canada. Australia and New Zealand export frozen beef to Canada and a substantial trade exists with the United States, in carcasses and cuts and in live cattle. There is excellent potential for larger exports of selected beef products and breeding stock. Canada could double its beef production through the use of some 23 million hectares of marginal and unimproved land, the use of waste material for feed, and the improvement of existing rangelands.

Research on beef cattle is directed toward producing animals with high growth rates, excellent carcass quality, improved forage conversion rates, and better cold tolerance and adaptation to the harsh Canadian climate. Improvement in the rate of reproduction, through development of techniques such as induction of multiple births, embryo transplants, and improved methods of artificial insemination, is a major aim.

Least-cost rations are being developed that contain less grain and more forage products than present rations. Other nutritional research includes feeding systems for young cattle, rangeland management, and the development of new feeds from waste products. Toxic substances in feeds, poisonous range plants, and transfer of pesticide residues through the food chain are special problems under study.

Researchers are attempting to improve management of beef herds by developing systems for bringing breeding cows through the winters, reducing cold stress, improving pest control, and combining dairy and beef production. Research on beef cattle is complemented by studies on carcass handling and grading. Engineers, economists, and statisticians also support these programs.

Research accomplishments

In cooperative research among the Brandon, Lacombe, and Lethbridge research stations, three-way cross progeny from Simmental, Charolais, Limousin, and Chianina sires and 10 specific dam crosses were evaluated for carcass traits. The hybrid cows were represented by nine different hybrids of exotic × British beef breed and a Hereford × Angus hybrid control. The calves born at Lethbridge (Manyberries) were fed and evaluated at Lacombe.

Breed of sire and dam of cow had significant effects on carcass traits. Breed of sire of cow indicated that progeny from Simmental-sired cows generally had the heaviest carcasses and the greatest carcass weight per day of age, and carried more average rib fat than the progeny from Charolais- and Limousin-sired cows. Progeny from Limousin-sired cows had the highest dressing percentage and rib eye area per 100 kilograms of carcass weight. Limousin-sired cows also produced progeny with the highest proportion of the combined lean cuts (rib, round, and long loin) and the highest lean-to-bone ratio of the long loin and round.

Beef cattle at Melfort are used to evaluate the growth-promoting effects of feed additives and implants.

Évaluation des effets stimulateurs des additifs alimentaires et des implants sur la croissance des bovins de boucherie à Melfort.

Breed of dam of cow indicated that progeny from cows of Shorthorn dams generally had the heaviest carcasses and the greatest carcass weight per day of age. Progeny from cows of Angus dams carried the greatest average rib fat, the greatest rib eye area per 100 kilograms of carcass weight, and the highest lean-to-bone ratio of the long loin and round. The results at the two locations were in substantial agreement. This knowledge is of importance to the industry because it can be applied to the design of systematic crossbreeding programs for the economical production of high-quality beef.

Substantial differences have also been identified among terminal sire breeds in feedlot and carcass performance of their progeny. Carcass weight per day of age for Charolais and Chianina sires was approximately 6% greater than for Limousin progeny, with Simmental progeny in an intermediate position. The last group had the greatest hide weight and the lowest dressing percentage. Limousin progeny averaged approximately 5% greater in rib eye area and had the highest muscle-to-bone ratios of the crosses compared, but because of a lower growth rate, they were not superior in lean growth rate. Chianina progeny had lean carcasses but they also had the greatest bone content. The choice of terminal sire breeds depends on both the degree of finish and the carcass weight desired. Limousins would be favored for production of moderate carcass weights with an A1 to A2 finish, whereas the other breeds would have an advantage for production of heavier carcass weights devoid of excess fat.

Beef production from the dairy industry is an important part of the national beef supply. A project at the Animal Research Centre was conducted to compare pureline Holstein (H) and Ayrshire-based (A) steers with crossline (C) steers (H × A) reared under a beef production system suited to eastern Ontario. C-line steers produced beef, at a slaughter weight of 450 kilograms, that was of

La demande croissante de produits animaux au Canada devrait se maintenir. On constate également une expansion marquée des marchés d'exportation des produits animaux et des sujets de reproduction, surtout chez les porcs et les bovins laitiers. Il y a aussi quelques échanges commerciaux dans les secteurs du bœuf et de la volaille. Pour satisfaire à ces demandes, la Direction générale axe ses programmes sur la sélection et la production d'animaux capables de transformer efficacement les aliments qu'ils consomment en viande de haute qualité, ainsi que sur la mise au point de systèmes d'alimentation et d'exploitation rentables.

Bovins de boucherie

Le secteur de la production, de la transformation et de la commercialisation du bœuf touche la santé et le bien-être, ainsi que les revenus et la qualité de vie de tous les Canadiens. Il tire profit des immenses étendues de parcours et de pâturages au pays, ainsi que des autres sources d'aliments de qualité moindre, riches en cellulose, que seuls les ruminants peuvent valoriser. Le bœuf est produit et transformé dans toutes les provinces qui, globalement, possèdent un cheptel de plus de 10 millions de sujets. Cette production mobilise environ 45 % des terres agricoles et constitue le gagne-pain d'environ 150 000 producteurs, sans compter les nombreux emplois qu'elle crée dans les secteurs de la transformation, de la commercialisation et de la consommation. Le bœuf occupe une place importante dans l'alimentation canadienne: la consommation par habitant est de 42 kilogrammes par année, ce qui en fait la principale source de protéines consommées, soit près de 25 % du total.

Le secteur du bœuf est surtout orienté vers le marché intérieur, car le Canada produit environ 93 % du bœuf qu'il consomme. Notre pays importe du bœuf congelé de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, et exerce un commerce important de carcasses, de coupes et de bovins vivants avec les États-Unis. L'exportation de produits et de sujets de reproduction de choix offre d'excellentes perspectives de croissance. Le Canada pourrait doubler sa production en tirant parti de quelque 23 millions d'hectares de terres marginales et non améliorées, en utilisant les déchets pour l'alimentation du bétail et en améliorant les parcours existants.

La recherche sur les bovins de boucherie est axée sur la production de sujets qui affichent un bon taux de croissance, se distinguent par l'excellente qualité de leur carcasse, assimilent bien les fourrages, et présentent une résistance supérieure au froid et une meilleure adaptation au rude climat canadien. Elle vise principalement à accroître le taux de reproduction par la mise au point de techniques telles que l'induction des naissances multiples ou la transplantation d'embryons et par l'amélioration des techniques d'insémination artificielle.

On cherche aussi à composer aux coûts les plus bas des rations contenant moins de grain et plus de produits fourragers que les rations actuelles. D'autres travaux sur la nutrition portent sur la mise au point d'un système d'alimentation pour les jeunes bovins, la régie des pâturages et la fabrication de nouveaux aliments à partir de déchets. Les substances toxiques contaminant les aliments du bétail, les plantes vénéneuses qui poussent dans les parcours et l'accumulation des résidus de pesticides dans la chaîne alimentaire font l'objet d'études spéciales.

Les chercheurs s'efforcent d'améliorer la conduite des troupeaux en mettant au point des systèmes qui permettront aux vaches de reproduction de mieux supporter les rigueurs de l'hiver et de résister aux effets du froid, en améliorant la lutte contre les insectes et en combinant la production de lait à celle de la viande. Ces travaux sont complétés par des études sur la manutention et le classement des carcasses. Des ingénieurs, des économistes et des statisticiens participent également à ces programmes.

Réalisations

Dans le cadre de recherches menées de concert par les stations de Brandon, de Lacombe et de Lethbridge, des chercheurs ont évalué les caractéristiques de la carcasse de la progéniture à croisement triple issue de croisements entre des taureaux Simmental, Charolais, Limousin et Chianina et 10 groupes de vaches croisées. Ces groupes de vaches croisées consistaient en 9 groupes provenant d'un premier croisement race exotique × race anglaise de boucherie et en un groupe témoin Hereford × Angus. Les veaux nés à Lethbridge (Manyberries) ont été nourris et évalués à Lacombe.

La race des géniteurs mâles et femelles de la vache a des effets importants sur les caractéristiques de la carcasse des descendants. Les effets de la race des géniteurs mâles sur la progéniture ont démontré que les animaux issus de vaches ayant un père Simmental se caractérisaient généralement par une carcasse plus lourde en valeur absolue et en fonction de l'âge et par la présence d'une proportion plus importante de gras sur les côtes que les animaux issus de vaches saillies par un taureau Charolais ou Limousin. Par ailleurs, les descendants de taureaux Limousin présentaient le rendement le plus élevé à l'abattage et la superficie la plus importante de faux-filet par 100 kilogrammes de poids de la carcasse. En outre, les taureaux Limousin ont donné des descendants affichant la proportion la plus élevée de coupes maigres (côte, ronde et longe longue) et le rapport chair:os le plus avantageux dans la longe longue et la ronde.

L'effet de la race de la vache a démontré que les descendants des vaches croisées avec du sang Shorthorn se caractérisaient en général par les carcasses les plus lourdes en valeur absolue et en fonction de l'âge. La progéniture issue de vaches ayant une mère Angus présentait en moyenne la proportion la plus importante de gras sur les côtes, la plus grande superficie de faux-filet par 100 kilogrammes de carcasse et le rapport chair:os le plus avantageux dans la longe longue et la ronde. Les résultats obtenus aux deux endroits où les études ont été effectuées étaient sensiblement les mêmes. Ces connaissances sont importantes pour le secteur puisqu'elles peuvent servir à l'élaboration de programmes systématiques de croisements pour la production économique de bœuf de grande qualité.

Les races du dernier géniteur mâle entraînent des différences significatives dans le rendement au parc d'engraissement et dans celui de la carcasse de la progéniture. À âge égal le poids de la carcasse des descendants de taureaux Charolais et Chianina était supérieur d'environ 6 % à celui de la progéniture de taureaux Limousin, la progéniture des taureaux Simmental se situant à cet égard en position intermédiaire. Ce dernier groupe a affiché le poids de la peau le plus élevé et le plus faible rendement à l'abattage. La progéniture issue de taureaux Limousin présentait en moyenne une superficie de faux-filet supérieure de près de 5 % à celle des hybrides comparés ainsi qu'un rapport muscle:os plus avantageux. Toutefois, à cause de son taux de croissance inférieur, son rendement en viande maigre n'était pas le meilleur. Les veaux de taureaux Chianina présentaient des carcasses maigres, mais aussi la plus forte proportion d'os. Le choix de la race du dernier géniteur est fonction à la fois du degré d'engraissement et du poids de carcasse désirés. La race Limousin serait préférée pour la production de veaux de poids moyen et de degré d'engraissement A1 ou A2, alors que les autres races seraient plus avantageuses pour la production de carcasses plus lourdes, sans excédent de graisse.

La viande fournie par les bovins laitiers constitue une part importante des stocks nationaux de bœuf. Un projet a été mis sur pied au Centre de recherches zootechniques en vue de comparer des bouvillons de races Holstein (H) et Ayrshire (A) et des bouvillons de races croisées (C) H × A élevés dans le cadre d'un système de production de bœuf adapté à l'est de l'Ontario. Au poids d'abattage

higher quality than either the H line or the A line. The steers from the three genetic groups had similar weights, body dimensions, and feed efficiencies at 1 year of age. H-line steers had better feed efficiency from 1 year to slaughter than did the C- or A-line steers.

Ammoniation of crop residues such as straw and chaff, as well as low-quality hays, has been assessed as a means of improving the nutritional value of these materials and reducing the costs of feeding. Systems for on-farm ammoniation have been developed, and methodology for application to newer methods of harvesting and storage is under investigation. Following ammoniation, digestibility and intake of low-quality roughages have been improved by as much as 50%; and destruction of viability of weed seeds and grain, and marked improvements in acceptability of awned chaff, have been observed. Increases in the use of these materials in beef rations by 50% or more can reduce the costs of wintering beef cattle by as much as $100 per head compared with conventional feeding practices, which would result in many millions of dollars of savings in the beef industry.

Laboratory studies in Fredericton showed that fermentation with white rot fungi improves the nutritional quality of cereal straws. Wheat, oat, and barley straws were fermented with three white rot fungi: *Ganoderma applanatum*, *Phanerochaete chrysosporium*, and *Pleurotus ostreatus*. After 8 weeks of fermentation under controlled conditions, the nutritional quality of straw was improved so that it was equivalent to good-quality hay. *Pleurotus ostreatus* appeared to provide the best improvement. Research is continuing in order to use this process on larger samples and to find simple, more efficient ways of applying it on farms.

Research on beef production systems for northern Ontario, done in cooperation between the Animal Research Centre and the Kapuskasing Experimental Farm, showed that it was more efficient to finish young bulls rather than steers. However, the meat industry is resisting the utilization of meat from young bulls because of doubts about its eating quality. Bull carcasses contained a higher percentage of boneless trimmed meat than did steer carcasses. Taste panel scores for juiciness, flavor, and tenderness of rib roasts did not differ between bulls and steers.

In another study at Kapuskasing, scientists from the Animal Research Centre found that finishing steers grew 10% more slowly and required 23 days longer to reach market weight when housed in an open-fronted barn, compared with steers housed in an unheated but insulated enclosed barn.

The fattening of feeder cattle on high-quality seeded pastures at the Prince George Experimental Farm was studied for 3 years. Feeder cattle of 275 kilograms grazing during the summer and early fall on dryland-seeded timothy or meadow foxtail pastures gained 500 kilograms per hectare compared with gains of 500–800 kilograms per hectare on more costly irrigated pasture of orchardgrass at Kamloops. Cattle attained slaughter weight (500 kilograms) and were acceptable in grade (A1 or A2) and fat color (not yellow) without consuming any grain. Thus in areas where grain is not grown, such as central interior British Columbia, slaughter cattle can be produced on pasture at or below the cost of production of grain-fattened cattle.

Technology was developed at Lennoxville to produce veal at a weight that was heavier than usual by feeding mostly cereal grains rather than more costly milk replacers. The calves were weaned early from milk replacer and placed on a complete diet made of grain and a protein supplement. The feed conversion was about 3.2 kilograms of feed per kilogram of gain. Growth rate was decreased by 8–10% and carcass yield by about 6%, compared with milk replacer. The meat from such veal, though marginally darker, has a pleasing, vivid color. Taste panel tests confirmed that the meat from grain-fed veal was as tasty, tender, and juicy as the meat from milk-fed calves.

The late 1970s saw grain-fed production of heavy veal mushroom on Quebec farms. Enterprising producers marketed 175-kilogram calves that were 20 weeks old, had each eaten about 400 kilograms of feed, and had each produced a 90-kilogram carcass of tasty, lean, pinkish meat. The National Meat Institute made a market study of such a product. The consumer was satisfied with grain-fed veal, preferring it to the lightweight milk-fed veal usually bought. Such a new product presented a challenge to the existing grading system. It generated a study of veal grading in Canada that resulted in a new system for evaluating veal carcasses.

In feeding trials conducted at the Lethbridge Research Station, steers that were fed grass hay supplemented with extra protein in the form of formaldehyde-treated canola meal grew 13% more quickly than steers on a conventional hay diet. In addition, the efficiency of energy utilization was improved. Efficiency of protein utilization was the same for steers on both diets because the extra growth resulting from treated canola meal was exactly proportional to the extra protein consumed. Thus, even though the protein content of the conventional hay diet (12%) was adequate according to the usual standards, it was in fact insufficient to support growth at the maximum rate of which the steers were capable. Formaldehyde treatment protected the protein in canola meal from degradation in the rumen. The protein from untreated meal would be broken down to ammonia. Conversion of ammonia to bacterial protein was already at a maximum with the conventional hay diet, and any extra derived from unprotected protein would be wasted. The use of protein supplements that are protected against degradation in the rumen may have a use in improving the utilization of roughage-type diets.

By-products of potato production and processing in the Atlantic Provinces represent an important resource in Eastern Canada, an area that is otherwise deficient in high-energy feed. Although potato products are highly palatable to cattle and may be consumed at up to 10% of body weight per day, they are deficient in certain other nutrients. Potato-based feeding systems that provide balanced rations resulting in high rates of gain were established at Fredericton. The systems used in Atlantic Canada showed returns of $50 more per head than conventional systems. It is estimated that farmers' incomes would be increased by $2.5 million per year in Atlantic Canada alone if the available supply of potato by-products were being fed. In addition to providing a modest return to potato producers and processors, the feeding of by-products allows for the disposal of cull piles, which are considered a major source of disease spread and whose decomposition can also contaminate groundwater supplies.

The relative effectiveness of aureomycin and monensin as supplements to both grain- and forage-based rations for implanted and unimplanted finishing steers and heifers was determined in a 2-year study on 452 cattle at the Melfort Research Station. On average, cattle that were fed rations containing aureomycin gained weight 5.6% more quickly, converted feed 2.3% less efficiently, had a dressing of 0.55 percentage points greater, and returned more to labor ($8.82 per steer and $11.92 per heifer) than did cattle that received monensin. Unimplanted steers that were fed rations supplemented with aureomycin and monensin returned $28 and $26, respectively, to labor. Steers that were fed aureomycin-supplemented hay- or grain-based rations and were implanted with Synovex® or Ralgro® increased average return to labor by $26 and $21, respectively, and steers that were fed monensin-supplemented rations and were implanted with Synovex® or Ralgro® increased return to labor by $18 and $9, respectively. It is concluded that under the conditions of these tests, aureomycin was more effective than monensin in improving feedlot performance and returns to labor.

Growth promotants and feed additives can significantly in-

de 450 kilogrammes, les bouvillons de races croisées ont produit du bœuf de qualité supérieure à celui provenant des races Holstein et Ayrshire. Les bouvillons nés de ces trois groupes génétiques avaient un poids, des dimensions corporelles et un indice de consommation semblables à l'âge d'un an. Toutefois, les bouvillons Holstein affichaient un meilleur indice de consommation de l'âge d'un an à l'abattage que les bouvillons de races croisées et de race Ayrshire.

On a évalué l'addition d'ammoniac aux résidus de récolte, tels que la paille et la balle, de même qu'aux foins de qualité inférieure, comme moyen d'améliorer leur valeur nutritive et de réduire les coûts d'alimentation. Des chercheurs ont mis au point des systèmes de traitement à l'ammoniac pour usage à la ferme et étudient actuellement des procédés à appliquer aux nouvelles méthodes de récolte et d'entreposage. Par suite du traitement à l'ammoniac, on a noté un accroissement allant jusqu'à 50 % de la digestibilité et du niveau d'ingestion des fourrages grossiers de qualité inférieure, ainsi qu'une destruction des graines de mauvaises herbes et une amélioration notable de l'acceptabilité de la balle de céréales barbues. En augmentant de 50 % ou plus l'utilisation de ces matières dans les rations des bovins de boucherie, on peut réduire les coûts d'hivernage de ces animaux de l'ordre de 100 $ le sujet en regard des pratiques classiques d'alimentation, ce qui représenterait une économie de plusieurs millions de dollars pour le secteur de l'élevage.

Des études de laboratoire menées à Fredericton ont démontré que la fermentation de la paille de céréales à l'aide des champignons de la carie blanche en améliore la qualité nutritive. On a fait fermenter la paille de blé, d'avoine et d'orge avec trois de ces champignons: le *Ganoderma applanatum*, le *Phanerochaete chrysosporium* et le *Pleurotus ostreatus*. Après 8 semaines de fermentation en milieu contrôlé, la qualité nutritive de la paille s'est améliorée au point de devenir équivalente à celle du foin de bonne qualité. Le *Pleurotus ostreatus* a semblé être l'organisme le plus efficace à cet égard. Les recherches se poursuivent en vue d'appliquer ce procédé à des échantillons plus volumineux, et de trouver des méthodes d'application à la ferme simples et plus efficaces.

Les recherches sur les systèmes de production de bœuf adaptés au nord de l'Ontario, ont été effectuées conjointement par le Centre de recherches zootechniques et la Ferme expérimentale de Kapuskasing et ont montré qu'il est plus efficace de finir des taurillons que des bouvillons. Toutefois, le secteur de la viande s'oppose à l'utilisation de la viande de taurillons, car il doute de ses qualités organoleptiques. Les carcasses de jeune taureau contenaient une proportion plus élevée de viande parée désossée que les carcasses de bouvillon. Le jury de dégustation n'a pas décelé de différences de jutosité, de saveur ou de tendreté entre les rôtis de carré provenant respectivement des taurillons et des bouvillons.

Dans le cadre d'une autre étude effectuée à Kapuskasing, des chercheurs du Centre de recherches zootechniques ont découvert que les bouvillons de finition logés dans une étable à façade ouverte ont une vitesse de croissance de 10 % inférieure et mettent 23 jours de plus à atteindre le poids du marché que les bouvillons logés dans une étable fermée, non chauffée, mais isolée.

Des chercheurs ont étudié pendant 3 ans l'engraissement de bovins placés dans des pâturages améliorés à la Ferme expérimentale de Prince George. Les bovins d'engraissement pesant 275 kilogrammes et mis à l'herbe au cours de l'été et au début de l'automne dans des pâturages de fléole ou de vulpin des prés non-irrigués ont affiché des gains de 500 kilogrammes par hectare en regard de gains de 500 à 800 kilogrammes par hectare pour les bovins engraissés à plus grands frais dans des pâturages irrigués de dactyle pelotonné à Kamloops. Les bovins ont atteint le poids d'abattage (500 kilogrammes), ont été classés dans la catégorie A1 or A2, et la couleur de leur gras a été jugée acceptable sans qu'il ait été nécessaire de leur servir du grain. Ainsi, dans les régions où l'on ne cultive pas de céréales, notamment au centre de la Colombie-Britannique, l'éleveur est en mesure de produire des bovins d'abattage à un coût égal ou moindre à celui de la production de bovins engraissés au grain.

Des méthodes ont été mises au point à Lennoxville en vue de produire des veaux de poids supérieur à la normale en leur servant principalement des grains de céréales plutôt que des laits de remplacement plus coûteux. Le lait de remplacement est rapidement substitué par un régime complet composé de grains et d'un supplément protéique. L'indice de consommation était d'environ 3,2 kilogrammes d'aliments par kilogramme de gain. Les veaux ainsi nourris ont accusé un recul au niveau du taux de croissance (de 8 à 10 %) et du rendement en carcasse (environ 6 %) en regard de ceux alimentés au lait de remplacement. La viande provenant des veaux de grain, quoique légèrement plus foncée, a une couleur vive appétissante. D'après les essais d'un jury de dégustation, elle était aussi savoureuse, tendre et succulente que la viande des veaux de lait.

À la fin des années 1970, la production de veaux lourds nourris au grain s'est répandue rapidement dans les exploitations québécoises. Des producteurs entreprenants ont mis au marché un veau de 20 semaines ayant atteint un poids de 175 kilogrammes et consommé environ 400 kilogrammes d'aliments, qui a fourni 90 kilogrammes de viande rosée, savoureuse et maigre. L'Institut national des viandes a effectué une étude de marché sur ce produit. Les consommateurs ont manifesté leur satisfaction à l'égard du veau de grain, le préférant même au veau léger nourri au lait qu'ils avaient l'habitude d'acheter. Ce nouveau produit remettait en question le système de classification existant. Il a engendré une étude sur le classement du veau au Canada qui a abouti à la création d'un nouveau système d'évaluation des carcasses de veau.

Au cours d'essais d'alimentation réalisés à la station de recherches de Lethbridge, les bouvillons nourris de foin de graminées et d'un supplément protéique sous forme de tourteau de canola traité au formol ont affiché un taux de croissance supérieur de 13 % à celui des bouvillons ayant reçu une diète classique de foin. En outre, on a constaté une meilleure valorisation de l'énergie. Toutefois, la valorisation des protéines a été analogue chez les uns et les autres, puisque le gain de croissance affiché par les sujets ayant reçu du tourteau de canola traité était exactement proportionnel à la quantité de protéines supplémentaires consommées. Ainsi, bien que le contenu en protéines (12 %) du régime classique de foin était jugé adéquat selon les normes habituelles, il ne suffisait pas en fait à assurer le taux maximal de croissance possible chez les bouvillons. Le traitement au formol empêche les protéines contenues dans le tourteau de canola d'être dégradées dans le rumen. La conversion de l'ammoniac en protéines par les bactéries avait déjà atteint son maximum avec le régime de foin classique, et tout ammoniac supplémentaire dérivé de protéines non traitées serait gaspillé. L'utilisation de suppléments protéiques protégés contre la dégradation dans le rumen peut contribuer à améliorer la valorisation des régimes à base de fourrages grossiers.

Les sous-produits de la production et de la transformation de la pomme de terre dans les provinces de l'Atlantique constituent une ressource importante pour l'est du Canada, car cette région ne dispose d'aucune autre source importante d'aliments du bétail riches en énergie. Bien que les sous-produits de la pomme de terre soient très appétibles pour les bovins et bien que ces derniers puissent en consommer chaque jour des quantités de l'ordre de 10 % de leur poids corporel, on doit reprocher à ces produits leur carence en certains éléments nutritifs. À Fredericton, des chercheurs ont mis au point des systèmes d'alimentation à base de pomme de terre qui prévoient des rations rééquilibrées pour assurer des taux de croissance élevés. Les systèmes utilisés dans les pro-

crease the efficiency of beef production. Tests of an experimental feed additive (avoparcin) conducted at the Animal Research Centre showed that it could be administered to growing heifers through a free-choice mineral mix and resulted in an improvement of 15% for weight gain and 10% for feed efficiency. Experiments with the growth promotants Synovex® and Ralgro®, which were implanted into suckling bull calves, showed no benefits over nonimplanted animals.

Selenium deficiency continues to be a serious nutritional problem that reduces national beef production by 5–10% annually. When administered to the rumen, a selenium-containing pellet developed in Australia was found to be an effective method for preventing selenium deficiency in cattle for up to 3 years. This would reduce costs of beef production in regions of Canada where selenium deficiency is a problem.

The poisonous native timber milk-vetch causes losses directly through the death of cattle and sheep that consume it. However, the most significant losses result from the nonlethal poisoning and subsequent low productivity of animals that eat the weed and from rangeland that is rendered unusable. In interior British Columbia, losses resulting from deaths are estimated at 2% and production losses at 7% annually. Scientists at the Kamloops Research Station developed several assay procedures that detect and quantify the toxin in blood, urine, and rumen fluid. They have also used cannulated sheep and cattle to determine the sites in the digestive tract where the toxin is absorbed, as well as the rates of metabolism and passage of the toxin. To prevent animals from being poisoned, scientists are using these data and other knowledge to conduct studies in which the formation of the poisonous agent is blocked and the rumen microorganisms are induced to detoxify the poisonous agent.

Dairy cattle

The dairy cattle industry is Canada's most important animal industry. Milk and milk products account for 14% of the total farm cash income earned by Canadian farmers. Annual production on some 45 000 farms is about 7.46 billion litres of milk with an average fat content of 3.5%. The national dairy herd is about 1.7 million mature cows. About one-third of the total milk supply is sold as fluid milk and the remaining two-thirds goes into manufacturing. About half of the manufactured milk is for butter production and about one-third for cheese.

Mainly because of the excellent reputation of our dairy cattle, Canada has an export market of some $32 million in dairy cattle and semen. This export market has been increasing, particularly for semen. It is expected that as the technology develops, an export market will develop for embryos. Canadian companies are already active in the application of this new technology.

Dairy producers continually require research information to improve their herds and to make the most economical use of feed resources. Canada's climate imposes difficult problems of cattle housing and management and of milk production and processing.

The Research Branch has established three specific goals: to improve the genetic potential of dairy cattle through breeding, to increase production efficiency through improved feeding practices, and to improve the use of dairy products through processing. At the same time the program helps to adapt and apply advanced technology such as embryo transplants.

Dairy research is carried out at the Animal Research Centre and the Food Research Institute in Ottawa, and at the research stations in Charlottetown, Fredericton, Sainte-Foy, Lennoxville, Lethbridge, and Agassiz.

Research accomplishments

The long-term national cooperative dairy cattle breeding project of the Research Branch encompasses simultaneous selection for protein yield, crossbreeding, and measurement of lifetime performance of dairy cattle to evaluate various genetic programs for improving the profitability of dairy production. Following the establishment of pure-line foundation animals, some of the pure-line populations were used to produce the crossline foundation animals. The pure lines have continued, under selection for protein yield, as closed self-reproducing populations. At the same time, the pure lines produced, from highly selected dams and sires, the first-generation of cross-bred males used to perpetuate the self-reproducing crossbreeding system in which crossbred females are used.

Dairy producers derive the greatest return on their investment from dairy cows that have high milk yields over many lactations, with regular, near annual calving intervals, while incurring minimal health care costs. To evaluate the long-term performance of the progeny of the pure-line foundation groups of bulls, lifetime milk yields through up to five lactations were calculated. Holstein (H line) cows had higher lifetime milk yields that did Ayrshire-based (A line) cows, but the average longevity was the same for both. Progeny of Norwegian Red sires in the A line had the highest lifetime milk and butterfat yields of the breeds that made up the A line cow population and had lifetime milk yields similar to those of the daughters of the Canadian and American Holstein bulls used in the H line foundation matings. Daughters of the Norwegian Red and Brown Swiss sires had the greatest average longevity.

Accurate heat detection is critical for maintenance of regular, optimum calving intervals but it is often difficult to achieve, especially in larger dairy operations. Rump-mounted devices, hormone-treated females, early morning and early evening observation by a herdsman, and casual observation by barn personnel during the working day were compared at the Animal Research Centre for effectiveness in heat detection. Estrus detection by active, aggressive, hormone-treated females was at least equivalent to herdsman observation at specific early morning and evening

Timber milk-vetch, a pretty plant found on the rangeland of British Columbia, is poisonous and can kill cattle and sheep.

L'astragale prostré, une jolie plante des parcours de la Colombie-Britannique, est une espèce vénéneuse qui peut causer la mort des bovins et des moutons.

vinces de l'Atlantique ont permis de réaliser des recettes supérieures de 50 $ par sujet à celles rapportées en utilisant des systèmes classiques. On estime que les revenus des agriculteurs afficheraient une hausse de 2,5 millions de dollars par année dans les seules provinces de l'Atlantique si les approvisionnements de sous-produits de pomme de terre dont disposent ces provinces étaient utilisés pour l'alimentation du bétail. Outre le revenu modeste qu'elle apporte aux producteurs et aux transformateurs de pommes de terre, l'utilisation des sous-produits pour l'alimentation du bétail constitue une façon d'éliminer les tas de tubercules de rejet qui sont l'un des principaux foyers de propagation des maladies et une source éventuelle (au moment de leur décomposition) de contamination des approvisionnements d'eau souterraine.

Une étude de 2 ans portant sur 452 bovins à la station de recherches de Melfort a permis de déterminer l'efficacité relative de l'auréomycine et du monensin utilisés comme suppléments des rations à base de grains et à base de fourrages chez des bouvillons et des génisses de finition implantés et non implantés. Dans l'ensemble, les bovins nourris de rations enrichies d'auréomycine ont présenté un taux de croissance supérieur de 5,6 %, un indice de conversion alimentaire inférieur de 2,3 %, un rendement à l'abattage supérieur de 0,55 pour cent et une meilleure rémunération du travail (8,82 $ par bouvillon et 11,92 $ par génisse) en regard des bovins ayant reçu du monensin. Les bouvillons non implantés qui ont reçu un supplément d'auréomycine et ceux à qui l'on a servi un supplément de monensin ont affiché une rémunération du travail de 28 $ et 26 $ respectivement. Les bouvillons nourris avec des rations à base de foin et à base de grain enrichies d'auréomycine et implantés avec du Synovex® ou du Ralgro® ont amélioré la rémunération du travail de 26 $ et 21 $, respectivement. Quant aux bouvillons nourris aux rations enrichies de monensin et ayant reçu des implants de Synovex® ou de Ralgro®, ils ont augmenté la rémunération du travail de 18 $ et 9 $, respectivement. Il ressort de ces essais que l'auréomycine est supérieure au monensin sous l'angle du rendement à l'engraissement et de la rémunération du travail.

Les stimulateurs de croissance et les additifs alimentaires peuvent contribuer de façon significative à accroître l'efficacité de la production du bœuf. Des essais sur un additif alimentaire expérimental (avoparcin) effectués au Centre de recherches zootechniques ont révélé que ce produit peut être administré aux génisses en croissance sous forme de supplément minéral en libre choix et qu'il entraîne une amélioration du gain de poids et de l'indice de consommation de 15 % et 10 % respectivement. Des expériences visant à vérifier l'effet de l'implantation des facteurs de croissance Synovex® et Ralgro® chez les veaux mâles allaités ont montré que les sujets implantés n'ont aucun avantage sur les sujets non traités.

La carence en sélénium demeure un grave problème nutritionnel qui freine la production nationale de bœuf de 5 % à 10 % annuellement. Les chercheurs ont découvert qu'une méthode efficace pour prévenir la carence en sélénium chez les bovins pour une période allant jusqu'à 3 ans consiste à administrer dans le rumen une pastille enrichie de sélénium mise au point en Australie. On pourrait ainsi diminuer les coûts de production du bœuf dans les régions du Canada où les bovins souffrent de cette carence.

L'astragale prostré, une plante indigène toxique, cause des pertes directes aux éleveurs, car il entraîne la mort des bovins et des moutons qui le consomment. Toutefois, les pertes les plus importantes résultent d'abord des intoxications non mortelles qui se traduisent par des baisses de productivité, puis du fait que les parcours peuplés de cette plante sont rendus inutilisables. Au centre de la Colombie-Britannique, les pertes causées par la mort d'animaux et les pertes de production s'élèveraient respectivement à 2 % et 7 % annuellement. Des chercheurs à la station de Kamloops ont mis au point plusieurs méthodes de bio-analyse pour déceler et quantifier les toxines présentes dans le sang, l'urine et le jus de rumen; ils ont en outre fistulisé des moutons et des bovins afin de déterminer en quels points du tube digestif s'opère l'absorption des toxines ainsi que les taux de métabolisme et de transit des toxines. En vue de prévenir les intoxications chez les animaux, les chercheurs utilisent ces données et d'autres connaissances pour effectuer des essais au cours desquels on interrompt la formation de l'agent toxique et l'on provoque sa détoxication par la microflore du rumen.

Bovins laitiers

L'industrie laitière constitue la production animale la plus importante au Canada et rapporte aux agriculteurs canadiens 14 % de leurs recettes. La production annuelle des quelque 45 000 exploitations s'établit à environ 7,46 milliards de litres de lait dont la teneur moyenne en matière grasse est de 3,5 %. Le cheptel laitier national compte approximativement 1,7 million de vaches. Près du tiers de la production nationale va à la consommation en frais et, le reste, à la transformation. Presque la moitié du lait de transformation est destiné aux beurreries et un tiers aux fromageries.

Si le Canada s'est taillé un marché d'exportation de quelque 32 millions de dollars pour les sujets reproducteurs et la semence bovine, il le doit surtout à l'excellente réputation de ces bovins laitiers. Ce marché est en croissance constante, surtout pour la semence. Les progrès techniques devraient aussi nous ouvrir un marché extérieur pour les embryons. Déjà, des entreprises canadiennes s'emploient à tirer parti de cette nouvelle technologie.

Les producteurs laitiers doivent être constamment informés sur les résultats des recherches pour améliorer leur troupeau et employer de la façon la plus économique possible les aliments du bétail. Le climat du Canada impose de sérieuses contraintes en ce qui regarde le logement des animaux et la conduite du troupeau ainsi que la production et la transformation du lait.

La Direction générale de la recherche s'est fixé trois buts précis: travailler à l'amélioration génétique des bovins laitiers, accroître le rendement du cheptel en perfectionnant les techniques d'alimentation et augmenter l'utilisation des produits laitiers en les transformant. Le programme vise aussi à faciliter l'adaptation et l'application des techniques modernes, notamment celle de la transplantation des embryons.

La recherche laitière se poursuit au Centre de recherches zootechniques et à l'Institut de recherches sur les aliments d'Ottawa ainsi qu'aux stations de recherches de Charlottetown, Fredericton, Sainte-Foy, Lennoxville, Lethbridge et Agassiz.

Réalisations

Les recherches à long terme, poursuivies dans le cadre du projet national coopératif d'amélioration des bovins laitiers de la Direction générale de la recherche, concernent la sélection simultanée à l'égard du rendement protéique, du croisement et de l'évaluation de la performance globale des bovins laitiers afin de pouvoir juger de la pertinence de divers programmes génétiques visant à améliorer la rentabilité de la production laitière. Une fois les lignées pures de base établies, on a choisi certaines d'entre elles pour produire les lignées croisées fondation. Les chercheurs ont continué à sélectionner sur le rendement en protéines chez des animaux de lignées pures qui constituent des populations fermées. D'autre part, à partir de vaches et de taureaux sélectionnés de lignées pures ils ont produit la première génération de mâles croisés qui servira à perpétuer le système de croisements fermés utilisant des femelles croisées.

Les producteurs obtiennent leur meilleur taux de rendement des vaches laitières qui produisent de grandes quantités de lait pendant bon nombre de lactations, mettent bas à des intervalles

periods and was definitely superior to casual observation by barn personnel. Stall partitions in the loose-housing system caused nearly 85% of rump-mounted devices to be falsely triggered.

The reduction of losses from mastitis through improved detection programs and genetic selection is the research goal of the Animal Research Centre for this major dairy cattle disease. High-producing cows were faster milkers, had lower California Mastitis Test scores, and had udders that were closer to the ground than did the low-producing cows. Udder measurements were not related to milking speed. Electrical conductivity, somatic cell count, and California Mastitis Test score were compared as screening tests for subclinical mastitis. Milk conductivity of composite milk samples from all quarters of the udder was not as good an indicator of subclinical mastitis as was somatic cell count and Mastitis Test score. Individual quarter samples would improve the method.

Feeding trials at the Agassiz Research Station demonstrated that buffer response can be variable for dairy cows. Bentonite did not act as a buffer when added to corn silage just prior to feeding, and sodium bicarbonate stimulated silage intake and improved milk yield in one experiment but not in another. This lack of consistent response suggests that the feeding of sodium bicarbonate should be selective and should not be used on a routine basis.

Adding a dried culture of *Lactobacillus acidophilus* and *Aspergillus oryzea* at ensiling time appeared to improve silage fermentation. Although lactating cows consumed less of the treated silage, they produced the same quantity of milk as cows fed the untreated silage. The additive was found to improve digestibility of organic matter, acid detergent fiber content, and nitrogen content of orchardgrass silage.

Feeding trials that used the intake and output method to estimate copper availability have not proved reliable. At the Agassiz Research Station, a new method that uses the rate of dilution of a stable isotope in liver samples, taken by biopsy, yielded stable and valid results. This new method will help establish copper requirements of ruminants under a wide variety of feeding systems and is an important contribution to animal agriculture. Copper availability is markedly influenced by the presence of other elements in the diet. The new method, while lengthy, provides a means of measuring the factors that affect availability and the extent to which it is influenced.

The microbial population of the rumen plays a major role in determining the feed protein requirements of the ruminant. The microbes provide protein by using inorganic nitrogen and energy from feed to synthesize microbial proteins, but they also waste dietary protein by degrading it in the rumen. Experiments by Animal Research Centre scientists in which formaldehyde treatment of feed protein such as soybean meal was used to restrict digestion by microbes in the rumen showed that feed protein degradation could be substantially reduced without reducing the production of microbial proteins. However, formaldehyde may be a health hazard, and its use in cattle feed is not currently licensed. Heat treatment of soybean meal was evaluated as an alternative. Heating soybean meal at 149°C for 2.5 hours or 100°C for 24 hours gives products that have a rate of degradation that is reduced by 50%. To evaluate possible adverse nutritional effects of treating soybean meal with formaldehyde, a study was conducted in which protected soybean meal, combined with urea as a nonprotein nitrogen source, was compared with untreated soybean meal. Milk production by cows fed the formaldehyde-protected soybean meal was identical to that for cows fed the unprotected protein, indicating no deleterious effect of formaldehyde. Dry-matter intake was significantly lower in the group fed protected protein, although dry-matter digestibility was the same for the two groups. Nitrogen digestibility was reduced significantly in the group fed protected protein, and the percentage of protein in the milk was also significantly lower in this group compared with the percentage of protein in the milk of animals that received untreated protein.

Chlorinated hydrocarbons are potent inhibitors of methane synthesis because they are chemical uncouplers of energy transduction. These chemicals may also be useful agents in preventing energy losses in the rumen through methane synthesis.

Casein is used as a standard for the evaluation of proteolytic activity in dietary protein degradation in the rumen. Based on Animal Research Centre results obtained with this standard, various dietary manipulations were proposed to control ruminal degradation of feed proteins. Studies showed for the first time that the application of casein as a standard for this purpose is not appropriate and its use would lead to misleading conclusions. The proteases involved in the degradation of casein (which is not a feed protein) and of feed proteins (for example, soybean meal and bran) were demonstrated to be different and separable from each other. This finding is expected to have a considerable impact on the methods of evaluating rumen proteolytic activity.

Yearling dairy heifers at the Fredericton Research Station were used to measure the effect, on feed intake, of two forms of crude protein supplementation (urea versus soybean meal) and of a low-quality grass hay subjected to two forms of mechanical processing (grinding through a 0.5-cm screen or chopping to 10–15-cm length). The timothy hay contained 6.9% crude protein; its dry-matter digestibility was 52.6% in the chopped form and 48.2% when it was ground. Weight gains were significantly higher for the heifers fed ground hay than for those fed chopped hay and for heifers fed soybean supplement compared with those fed urea supplement. The same relationships held true for dry-matter intake. These results support the hypothesis that there are two mechanisms that control intake of low-quality forages by ruminants. One mechanism is the rate of passage of dry matter through the rumen and the other is adequacy of absorbed amino acids.

At the Charlottetown Research Station, dairy-type bull calves 10–14 weeks old made liveweight gains of up to 1 kilogram per day when fed ryegrass silage plus 2 kilograms of concentrate per day. For these young growing animals, it appears that high-quality silage can successfully replace a portion of the concentrate in the diet at 10–14 weeks of age. The ability of young calves to utilize high-quality silage indicates a potential reduction in feed costs for livestock producers.

There is a need to explore alternative sources of ingredients for calf milk-replacers to reduce feed costs while optimizing animal performance. Feeding experiments at the Animal Research Centre were conducted to determine the effects of peroxides and free fatty acids, occurring in cheap fat sources, on calf growth and feed efficiency. It was found that young calves can tolerate high levels of peroxides in milk replacer without any detrimental effects on health, weight gain, digestion, and utilization of feed for growth. As much as 100 milliequivalents of peroxide per kilogram of fat was not harmful to young calves. Problems can arise if cheap fats that contain high levels of free fatty acids from tallow, corn oil, or coconut oil are fed, because they can lower diet palatability and feed intake, reduce fatty acid absorption, and cause diarrhea.

Sheep

The total sheep population in Canada, which had declined steadily from 1950 to 1976, showed a 6.7% increase in 1983 over 1976 and stood at 809 000 head. Canada had to import 10.5 million kilograms of mutton and lamb meat and 11 million kilograms of wool during the year. These figures indicate that there is considerable potential for expansion of the Canadian sheep industry.

Strong efforts have been made recently to revitalize the sheep industry. Many provinces have policies and incentives designed to

réguliers d'environ un an et nécessitent peu de soins de santé. Pour mesurer la performance à long terme de la descendance des groupes de taureaux des lignées pures de base, les chercheurs ont déterminé les productions cumulatives pouvant couvrir jusqu'à cinq lactations. Les vaches Holstein (lignée H) ont affiché des rendements laitiers cumulatifs plus élevés que ceux des vaches Ayrshire (lignée A), mais les deux races avaient la même longévité moyenne. La descendance des taureaux Norwegian Red dans la lignée A ont présenté les rendements laitiers et les teneurs en matière grasse cumulatifs les plus élevés parmi les races constituant la population de vaches de lignée A, et leurs rendements laitiers cumulatifs ont été analogues à ceux des filles des taureaux Holstein canadiens et américains utilisés dans la lignée H. Les filles des taureaux Norwegian Red et Suisse bruns se sont distinguées par la longévité moyenne la plus élevée.

La détection précise des chaleurs est essentielle pour assurer des intervalles réguliers et optimaux de vêlage, mais il est souvent difficile d'y arriver, surtout dans les grandes exploitations laitières. Au Centre de recherches zootechniques, on a comparé l'efficacité des quatre méthodes suivantes de détection des chaleurs: les dispositifs de croupe, l'utilisation des vaches soumises à un traitement hormonal, l'observation des vaches par les vachers tôt le matin et tôt dans la soirée, et l'observation occasionnelle des vaches par le personnel affecté aux étables, au cours de la journée de travail. La détection de l'œstrus par les vaches soumises à un traitement hormonal s'est avérée une méthode tout au moins aussi efficace que l'observation des vaches par les vachers à des périodes précises de la matinée et de la soirée, et s'est montrée nettement supérieure à l'observation occasionnelle des vaches par le personnel affecté aux étables. D'autre part, les cloisons des stalles dans les systèmes à stabulation libre ont faussement déclenché près de 85 % des dispositifs de croupe.

En ce qui concerne la mammite, l'une des principales maladies des bovins laitiers, les chercheurs du Centre de recherches zootechniques se sont fixé comme objectif de réduire les pertes qu'elle entraîne grâce à l'amélioration des programmes de détection et à la sélection génétique. Les bonnes laitières se caractérisent par une vitesse de traite plus rapide, l'obtention de cotes plus basses lors du test californien de dépistage des mammites, et des pis plus près de terre que chez les vaches à faible production. Les mensurations du pis n'ont aucun rapport avec la vitesse de traite. La conductivité électrique, le dénombrement des cellules somatiques et la cote obtenue lors du test californien de dépistage de la mammite ont été comparés comme méthode de dépistage des mammites inapparentes. La conductivité d'échantillons combinés de lait provenant des différents quartiers du pis s'est révélée un moins bon indicateur des mammites inapparentes que le dénombrement des cellules somatiques et la cote obtenue lors de l'essai de dépistage des mammites. Cette méthode pourrait être améliorée si elle portait sur des échantillons individuels de différents quartiers du pis.

Des essais d'alimentation menés à la station de recherches d'Agassiz ont démontré que la réaction des vaches laitières à une substance tampon peut varier. La bentonite, par exemple, ajoutée à l'ensilage de maïs immédiatement avant sa distribution aux animaux n'en a pas neutralisé l'acidité. Le bicarbonate de soude, d'autre part, a augmenté le niveau d'ingestion de l'ensilage et amélioré le rendement laitier dans une expérience mais pas dans l'autre. Cette variabilité des résultats laisse supposer que l'on doit faire un usage sélectif du bicarbonate de soude dans l'alimentation des vaches et que l'on ne doit pas leur en servir régulièrement.

L'addition d'une culture sèche de *Lactobacillus acidophilus* et d'*Aspergillus oryzea* au moment de l'ensilage a semblé favoriser le processus de fermentation. Bien que les vaches en lactation aient consommé une quantité moindre d'ensilage traité, elles ont produit autant de lait que les vaches nourries avec de l'ensilage non traité. L'additif en question a amélioré la digestibilité de la matière organique, la teneur en fibre dosée au détergent acide ainsi que la quantité d'azote dans l'ensilage de dactyle pelotonné.

Les essais d'alimentation qui utilisent la méthode des bilans pour déterminer la biodisponibilité du cuivre se sont révélés peu fiables. À la station de recherches d'Agassiz, une nouvelle méthode basée sur le taux de dilution d'un isotope stable dans des échantillons de foie, prélevés chez des sujets vivants, a donné des résultats stables et valables. La mise au point de cette nouvelle méthode constitue une contribution importante au secteur de l'élevage. Elle permettra de déterminer les besoins en cuivre des ruminants soumis à une grande variété de régimes alimentaires. La biodisponibilité du cuivre est fortement influencée par la présence d'autres éléments dans le régime alimentaire. Cette méthode, quoiqu'elle demande beaucoup de temps, est un moyen de mesurer les facteurs qui influent sur la biodisponibilité ainsi que l'ampleur de leur influence.

La population microbienne du rumen joue un rôle important dans la détermination des besoins protéiques alimentaires des ruminants. Les microbes synthétisent des protéines à partir de l'azote minéral et de l'énergie des aliments, mais elles gaspillent également des protéines alimentaires en les dégradant. Au cours d'expériences menées au Centre de recherches zootechniques sur le traitement au formol des protéines alimentaires telles que le tourteau de soja, en vue d'en diminuer la dégradation par les microbes du rumen, des chercheurs ont découvert qu'il est possible de freiner la dégradation des protéines alimentaires sans pour autant gêner la synthèse de protéines par les microbes. Toutefois, l'utilisation du formol peut comporter des risques pour la santé, et son utilisation dans les aliments des bovins n'a pas encore été sanctionnée. Les chercheurs ont évalué le traitement thermique du tourteau de soja comme méthode de rechange. Le chauffage du tourteau de soja à 149 °C pendant 2 heures et demie ou à 100 °C pendant 24 heures livre des produits dont le taux de dégradation est réduit de 50 %. Afin d'évaluer, sous l'angle nutritionnel, les effets néfastes possibles du traitement du tourteau de soja au formol, on a comparé l'utilisation du tourteau de soja traité et additionné d'urée (utilisée comme source d'azote non protéique) à celle du tourteau de soja non traité. Les vaches nourries avec le tourteau de soja traité au formol ont affiché une production laitière identique à celle des vaches ayant reçu des protéines non traitées, ce qui démontre que le formol n'a eu aucun effet néfaste. Le niveau d'ingestion de la matière sèche a été nettement inférieur chez le groupe ayant reçu des protéines traitées, bien que la digestibilité de la matière sèche ait été la même pour les deux groupes. La digestibilité de l'azote a accusé une baisse importante chez le groupe ayant reçu la protéine traitée, et la teneur en protéines du lait de ce groupe a aussi été nettement inférieure à celle des animaux ayant reçu la protéine non traitée.

Les hydrocarbures chlorés sont des inhibiteurs potentiels de la synthèse du méthane étant donné leur propriété de briser les liaisons chimiques énergétiques. Ils peuvent donc être utiles dans la prévention des pertes d'énergie qui résultent de la synthèse du méthane au niveau du rumen.

La caséine sert d'étalon dans l'évaluation de l'activité protéolytique lors de la dégradation des protéines alimentaires dans le rumen. Sur la base de résultats obtenus au Centre de recherches zootechniques dans des expériences utilisant cet étalon, les chercheurs ont proposé diverses manipulations alimentaires en vue de maîtriser la dégradation des protéines alimentaires dans le rumen. Des études ont démontré pour la première fois que le choix de la caséine comme étalon dans ce genre d'expérience n'est pas approprié, car elle risque de conduire à fausses conclusions. À la suite d'expériences, les chercheurs ont constaté que les protéases qui interviennent dans la dégradation de la caséine (qui n'est pas une

strengthen sheep production and marketing. The Research Branch has a program at Nappan, Lennoxville, Lethbridge, and the Animal Research Centre, aimed at improving production efficiency. In response to needs of the industry, the Animal Research Centre has established an integrated research program to develop techniques for intensive sheep production. Emphasis is being placed on year-round lamb production by increasing the number of lambs produced by the ewe through shorter intervals between lambing, greater prolificacy, and a higher rate and efficiency of growth. Research is also being conducted on producing economical milk replacers for early weaning and on developing semi-intensive systems of production.

Research accomplishments

A 4-year study at Lethbridge compared a conventional once-a-year lambing system with a system in which ewes lambed every 8 months under artificial light. Annual lamb production by half-Dorset Horn ewes was similar for the two systems. Under the accelerated system, half-Finnish Landrace ewes annually produced 18% more lambs than did ewes on the control system, but ewes weaned the same number of lambs under both systems. These findings demonstrate that improved management techniques are required to raise the extra Finnish crossbred lambs. In a 5-year study, crossbred ewes from matings of Finnish Landrace sire × mutton-breed dam exceeded crossbred ewes from matings of Finnish Landrace × range-breed dam by 72% in number of lambs born per ewe of established flock. These results indicate to sheep producers that Finnish Landrace rams should be mated to mutton-breed ewes to produce crossbred ewes with a high reproductive capacity. A 2-year feedlot study showed that three-quarters-Dorset Horn lambs sired by Finnish Landrace rams give the same returns as lambs sired by Dorset Horn rams.

Two minimal-disease flocks with equal contributions of genetic material from three synthetic and three control strains were established at the Animal Research Centre. These flocks are being bred alternately at 4-month intervals. Selection pressure is applied to increase fecundity in the two synthetic strains of dam and to increase lean growth rate in the synthetic strain of sire. Breed, birth date, age of ram, and body weight were found to have important effects on testicular and body measurements of growing rams, whereas age of dam and litter size did not. These data indicate that nongenetic effects should be eliminated in determining the genetic potential of body and testicular measurements.

With the use of live animals, ultrasonic measurements of back fat and loin eye depth, adjusted for body weight, have provided the best prediction of the lean content of lamb carcasses. The results will allow for more efficient breeding and selection research. A 99% accuracy for correct diagnosis of pregnant ewes can be made with the use of ultrasonic pregnancy tests if ewes diagnosed as not pregnant between 60 and 70 days after mating were retested at 90 days.

Experiments also showed that libido of ram lambs can be tested by exposing the rams to teaser ewes for 10-minute periods and by observing their mounting behavior.

Research showed that during freezing, damage to ram spermatozoa is greatest between −5 and −35°C. The degree of damage can be controlled by varying both the concentration of glycerol in the diluent and the rate of freezing. The evaluation of a progesterone-releasing intravaginal device for synchronization of estrus in sheep showed that physiological blood levels of progesterone that are sufficient to suppress the onset of estrus and ovulation are maintained during treatment.

Feeding lambs warm milk replacer containing 0.1% formalin was effective in eliminating digestive disturbances. Lamb performance was equal to that of lambs fed cold milk replacer. A comparison test in which lambs were weaned from milk replacer at 28 and 21 days of age showed that the extra 7 days of consumption reduced postweaning setback and increased liveweight gain by 1–1.5 kilograms at 70 days of age. However, the increase in weight was insufficient to offset the increased costs of feeding milk replacer for the additional week. This work supports the standard Animal Research Centre practice of weaning lambs at 21 days of age.

Maximum postweaning performance of lambs has been achieved by diets containing 20% protein from 21 to 56 days old, 17% protein from 57 to 98 days old, and 17% protein from 99 to 140 days old. A protein sequence of 17, 17, and 14% resulted in a slight reduction in weight gain, but these proportions may be more economical. Lambs can adapt to and use urea, but its use should be delayed for at least 2 weeks after weaning to ensure the development of a fully functional rumen.

The vitamin D requirement of sheep that are housed indoors is greater than that of sheep exposed to sunlight. Therefore, confined sheep require vitamin D supplements. Scientists at the Animal Research Centre found that supplementation in the form of an intramuscular injection is stored in the body for over 8 months and provides good protection against vitamin D deficiency.

Determination of the bioavailability of trace minerals requires a basic knowledge of the sites of absorption in the gut. Results at the Animal Research Centre showed that zinc is not absorbed from the stomach of sheep. Thus, the use of chelates to increase solubility in the rumen does not affect the bioavailability of this mineral.

The study on the effects of ciliate protozoa in the rumen of sheep on the availability of nutrients showed that the flow of protein from the stomach is directly related to the mass of protozoa in the rumen. This new information will help increase the productivity of ruminants through improved feed efficiency.

Swine

Domestic consumption of pork averages 32 kilograms per person yearly, about three-quarters that of beef, and sales of live hogs for slaughter account for 9% of farm cash receipts. Production is based on cereal grains and oilseed proteins, and so it provides a market for some 2.8 million tonnes of feed grains and 0.5 million tonnes of soybeans. Slaughter, processing, and marketing of pork employ about 12 000 persons.

Although production is currently keeping pace with domestic demand, there is excellent opportunity for growth of exports to the United States and to the Pacific rim, especially Japan. To maintain these markets we must improve the already high quality of Canadian pork products while increasing efficiency of production.

The 13 million hogs marketed annually are produced from coast to coast, with major centers of production in Quebec and Ontario. Most are raised on small mixed farms, because they provide an efficient way of marketing home-grown grains. However, there is an increasing trend toward large production units integrated with feed mills.

Better production systems have been identified by industry as an urgent need. This involves improvement of reproductive performance under intensive management conditions. We are approaching a solution through research to provide better nutrition for sows and young pigs, as well as information on the physiology of reproduction.

Higher carcass quality, faster growth rate, and greater knowledge of the nutritional value of Canadian feeds are major aims of the research program.

In research on utilization, better techniques for processing and preserving pork are being studied. Swine research is conducted at

protéine alimentaire) d'une part et des protéines alimentaires d'autre part (par exemple, tourteau et son de soja) sont différentes et se distinguent bien les unes des autres. On prévoit que cette découverte aura des répercussions importantes sur les méthodes d'évaluation de l'activité protéolytique dans le rumen.

À la station de Fredericton, les chercheurs ont effectué des essais sur des génisses laitières âgées d'un an afin de mesurer l'effet sur le niveau d'ingestion, de l'administration de deux types de suppléments de protéines brutes (l'urée comparé au tourteau de soja) et d'un foin de graminées de mauvaise qualité soumis à deux types de traitements mécaniques (broyé à travers un tamis à mailles de 0,5 cm ou haché à une longueur de 10 à 15 cm). Le foin de fléole contenait 6,9 % de protéines brutes; la digestibilité de la matière sèche était de 52,6 % pour le foin haché et de 48,2 % pour le foin broyé. Les génisses ayant reçu le foin broyé ont affiché des gains de poids supérieurs à ceux des génisses nourries avec le foin haché. Il en a été de même en ce qui concerne les gains de poids des génisses ayant reçu le supplément de soja en regard de celles ayant reçu le supplément d'urée. On a observé les mêmes rapports pour le niveau d'ingestion de la matière sèche. Ces résultats renforcent l'hypothèse voulant que deux mécanismes interviennent dans le niveau d'ingestion des fourrages de mauvaise qualité par les ruminants. L'un de ces mécanismes est la vitesse de passage de la matière sèche dans le rumen et l'autre la quantité suffisante d'acides aminés absorbés.

À la station de recherches de Charlottetown, des veaux mâles de race laitière âgés de 10 à 14 semaines ont affiché des gains de poids allant jusqu'à 1 kilogramme par jour lorsqu'on leur a servi un régime quotidien d'ensilage de ray-grass complété par 2 kilogrammes de concentré. Il semble que chez ces jeunes animaux en croissance l'ensilage de bonne qualité peut avantageusement remplacer une fraction de la ration de concentré qui leur est servie à cet âge. L'aptitude des jeunes veaux à utiliser de l'ensilage de bonne qualité permet aux producteurs de bétail d'entrevoir des possibilités de réduire les coûts d'alimentation de leur cheptel.

Il est nécessaire de rechercher de nouvelles sources d'ingrédients pour le lait de remplacement destiné aux veaux qui permettront de réduire les coûts d'alimentation tout en optimisant la performance des animaux. Des essais d'alimentation ont été menés au Centre de recherches zootechniques en vue de déterminer les effets des peroxydes et des acides gras libres présents dans les sources de gras peu coûteuses, sur la croissance et l'indice de consommation des veaux. Les chercheurs ont découvert que les jeunes veaux peuvent absorber des concentrations élevées de peroxyde dans le lait de remplacement sans que l'on enregistre aucun effet néfaste sur la santé, le gain de poids, la digestion et l'utilisation efficace des aliments pour la croissance. Des quantités de peroxyde allant jusqu'à 100 milli-équivalents par kilogramme de gras ont été servies aux jeunes veaux sans qu'ils en subissent d'effets fâcheux. Toutefois, des problèmes peuvent survenir si on leur sert des gras de faible qualité qui contiennent des concentrations élevées d'acide gras libres provenant du suif, de l'huile de maïs ou de l'huile de noix de coco, car ces matières grasses peuvent diminuer l'appétabilité du régime ainsi que le niveau d'ingestion, réduire l'absorption des acides gras et causer la diarrhée.

Moutons

Le cheptel ovin au Canada, qui n'avait cessé de diminuer entre 1950 et 1976, a augmenté de 6,7 % en 1983 par rapport à 1976 et s'établit actuellement à 809 000 sujets. Notre pays a dû importer 10,5 millions de kilogrammes de viande de mouton et d'agneau, et 11 millions de kilogrammes de laine au cours de l'année. Ces chiffres révèlent que l'industrie ovine dispose d'un immense potentiel d'expansion au Canada.

Des efforts considérables ont été déployés au cours des dernières années pour relancer l'élevage du mouton. De nombreuses provinces ont adopté des politiques et lancé des programmes d'encouragement de façon à renforcer la production et la commercialisation. La Direction générale de la recherche, pour sa part, poursuit un programme destiné à améliorer la productivité aux établissements de Nappan, de Lennoxville et de Lethbridge, ainsi qu'au Centre de recherches zootechniques. En réponse aux besoins du secteur, le Centre de recherches zootechniques a mis sur pied un programme intégré dans le cadre duquel on créera des techniques d'élevage intensif. On cherche avant tout à parvenir à élever des agneaux à longueur d'année et à augmenter le nombre de naissances par brebis, en raccourcissant l'intervalle entre les agnelages, en améliorant la prolificité ainsi qu'en accélérant et en optimisant la croissance. D'autres travaux portent sur la production d'aliments d'allaitement économiques pour un sevrage précoce et sur la mise au point de méthodes d'élevage semi-intensif.

Réalisations

Dans le cadre de recherches d'une durée de 4 ans menées à Lethbridge, les chercheurs ont comparé un système classique d'agnelage annuel à un système où les brebis agnellent tous les 8 mois sous l'influence d'un éclairage artificiel. Les brebis demi-Dorset Horn ont affiché une production annuelle d'agneaux analogue dans les deux systèmes. En système d'agnelage accéléré, les brebis demi-Finnoises Landrace ont produit annuellement un nombre d'agneaux supérieur de 18 % à celui des brebis du groupe témoin, mais les brebis ont sevré le même nombre d'agneaux dans les deux systèmes. Ces résultats démontrent la nécessité d'améliorer les techniques de conduite des troupeaux afin de permettre la survie des agneaux supplémentaires de race croisée finnoise obtenus en système d'agnelage accéléré. Au cours d'une étude de 5 ans, des brebis issues de croisements entre des béliers Finnois Landrace et des brebis de type à viande ont affiché un nombre d'agneaux par brebis et par troupeau supérieur de 72 % à celui des brebis issues d'accouplements entre des béliers de race Finnoise Landrace et des brebis de type à pâturage. À la lumière des résultats obtenus, les éleveurs auraient tout intérêt à accoupler des béliers Finnois Landrace à des brebis de type à viande en vue de produire des brebis croisées de prolificité élevée. Dans le cadre d'une étude de 2 ans menée dans un parc d'engraissement, les chercheurs ont découvert que les agneaux aux trois quarts Dorset Horn issus de père Finnois Landrace assurent les mêmes recettes aux éleveurs que les agneaux de père Dorset Horn.

Au Centre de recherches zootechniques, on a mis sur pied deux troupeaux résistants aux maladies et possédant un même héritage génétique provenant de trois souches synthétiques et de trois souches témoins. Les brebis de chaque troupeau sont mises à la reproduction alternativement à des intervalles de 4 mois. On exerce la pression de sélection afin d'accroître la fécondité des deux souches synthétiques de brebis et d'améliorer le taux de croissance en viande maigre de la souche synthétique de bélier. La race, la date de naissance, l'âge du bélier et le poids corporel ont des effets importants sur les dimensions testiculaires et corporelles des béliers en croissance, alors que l'âge de la mère et la taille de la portée n'influent pas sur ces caractères. Ces données prouvent qu'il faut éliminer les effets non génétiques lorsque l'on tente de déterminer le potentiel génétique à l'égard des dimensions corporelles et testiculaires.

Chez les animaux sur pied, les meilleures estimations du contenu en viande maigre des carcasses d'agneau ont été obtenues en déterminant l'épaisseur du lard dorsal et de la noix de côte à l'aide d'un appareil à ultrasons et en rajustant les mesures obtenues, en fonction du poids corporel. Les résultats permettront d'entreprendre des recherches plus efficaces dans le domaine de la

Lacombe, Brandon, Lennoxville, the Animal Research Centre, and Nappan. The program receives support also from the Engineering and Statistical Research Institute and the Food Research Institute, and some studies are done under contract.

A two-tiered swine pen designed at the Animal Research Centre expands the usable space for pigs while economizing on the actual floor area used per animal.

Le parquet à deux niveaux pour les porcs, conçu au Centre de recherches zootechniques, augmente l'espace de logement des porcs tout en diminuant la superficie de plancher utilisée par animal.

Research accomplishments

Equipment and techniques for measuring back fat for both experimental and commercial purposes are necessary for establishing improved Canadian hog-grading systems and regulations on hog carcasses, including those of boars. Grading of hog carcasses can be time-consuming and expensive. Data that compare two types of electronic probes for grading hog carcasses were summarized by scientists at the Animal Research Centre. Compared with hand measurements (ruler probe), electronic probes linked to computer print-out technology reduce time spent and improve efficiency. Recommendations were provided to the industry for consideration, and if they are adopted they should contribute to improved efficiency.

Although control of body fat is of primary concern to the Canadian swine industry, it is also important to understand the process of increasing body protein. Scientists at the Animal Research Centre standardized a method for determining protein synthesis with the use of ^{14}C-leucine. Methods for measuring protein anabolism and catabolism were also standardized.

Researchers at Brandon examined the effect, on carcass traits, of mass selection for postweaning growth. Results showed the following: with the exception of color score, the heritabilities for total carcass fat, carcass length, *longissimus dorsi* area, ham weight, percentage of ham of side, percentage of lean in ham face, texture score, and marbling score were moderate to high; favorable genetic correlations were found between postweaning average daily gain and carcass length, *longissimus dorsi* area, ham weight, and percentage of lean in the ham face; unfavorable genetic correlations were found between postweaning average daily gain and total carcass back fat, percentage of ham of side, color score, texture score, and marbling score; and the correlated responses in the carcass traits were very small. However, selection for postweaning growth rate did not adversely affect the other carcass characteristics. This suggests that the present record of performance (ROP) selection index, which combines animal growth and fat content, should not adversely affect carcass quantity and quality.

Technicians in various regions of Canada, working in the swine ROP testing program, have been using a number of different ultrasonic probing techniques and various probe sites to measure depth of back fat on live pigs. This variation in technique and location can be responsible for biases in evaluating swine breeding stock. The Lacombe Research Station, in cooperation with the Alberta Department of Agriculture, has performed an extensive study of these probing techniques. As a result, a new set of ultrasonic probe locations have been defined in relation to anatomical sites on the pig's back. During this work it also became apparent that the probe technician, and not the ultrasonic machine, was the limiting factor in obtaining accurate ultrasonic back-fat measurements. This work illustrates the need for both national and regional seminars on standards for ROP technicians. The training would result in more consistent back-fat measurements throughout the national ROP program and a more reliable means of identifying superior breeding stock. These studies also identified a less costly alternative ultrasonic machine for predicting carcass yield of pigs. The Scanoprobe 731A® was equal to the Krautkramer USM2® in predicting carcass yield. However, because of machine effects and an operator–machine interaction, it is recommended that any conversion to a new ultrasonic probe be done at all locations simultaneously.

The two major indicators of pork quality are color and texture. Color has aesthetic appeal to consumers, and muscle of various degrees of softness or exudativeness has various processing and keeping characteristics. Yet pork may vary in color from almost greyish pink to very dark purplish red. Muscle structure can vary from very soft and exudative (watery) to very firm and dry. Generally, the extremes of color and texture go together, allowing pork to be graded on a five- or nine-point scale, ranging from extremely PSE (pale, soft, exudative) to the opposite, extremely DFD (dark, firm, dry). However, pale muscle is not exclusively soft and exudative, nor is firm, dry, pale muscle exclusively dark. A set of separate standards for meat color and meat structure, that make use of photographic reproductions, have been developed to be used in a forthcoming national survey of Canadian swine carcasses. These standards are an improved version of those developed some years ago at the University of Wisconsin. Researchers believe that the standards will assist in attaining greater uniformity of scoring and a clearer understanding of the magnitude of the PSE–DFD problem.

Effective control of the estrus cycle of pigs through controlled induction of puberty would have a major impact on the efficiency of swine production. Although it is possible to initiate ovulation and cycle activity in gilts by the injection of pregnant mare's serum–human chorionic gonadotropin (PMS–hCG), cycle and pregnancy are often not maintained in such animals. At the Brandon Research Station, a study was conducted to gain insight into the possible physiological causes of the high failure rate. Blood progesterone, estrogen, prostaglandin, and uterine estrogen receptors were measured and compared with the levels found in mature-cycling sows. Gilts induced with PMS–hCG had a higher incidence of cystic

reproduction et de la sélection. Les essais de grossesse utilisant les ultrasons ont présenté un taux de succès de 99 % chez les brebis qui ont été diagnostiquées comme n'étant pas gravides de 60 à 70 jours après l'accouplement et qui ont fait l'objet d'un nouvel essai à 90 jours.

Des expériences ont aussi montré que l'on pouvait évaluer l'appétit sexuel des agneaux mâles en les exposant à des brebis boute-en-train pendant des périodes de 10 minutes et en observant leur comportement de monte.

Des recherches ont révélé qu'au cours de la congélation, les spermatozoïdes des béliers subissent les dommages les plus importants entre les températures de −5 ° et −35 °C. On peut diminuer l'ampleur des dommages en variant à la fois la concentration du glycérol dans le diluant et la vitesse de congélation. L'évaluation d'un dispositif intra-vaginal imprégné de progestérone destiné à assurer la synchronisation des chaleurs chez les brebis a révélé que tout au long du traitement, la teneur en progestérone du sang est suffisante pour empêcher le déclenchement des chaleurs et l'ovulation.

On peut éliminer les troubles digestifs des agneaux en leur servant du lait de remplacement chaud contenant 0,1 % de formol. La performance des agneaux recevant ce régime a été analogue à celle des agneaux nourris avec du lait de remplacement froid. Une étude comparative portant sur deux groupes d'agneaux nourris au lait de remplacement qui ont été sevrés à l'âge de 28 et 21 jours respectivement a permis d'établir que les 7 jours supplémentaires de consommation réduisent les retards de croissance attribuables au post-sevrage et se traduisent par un gain de poids vif de 1 à 1,5 kilogramme à l'âge de 70 jours. Toutefois, l'augmentation de poids ne réussit pas à compenser les frais supplémentaires engagés pour nourrir les agneaux au lait de remplacement pendant une semaine additionnelle. Ces résultats confirment le bien-fondé de la pratique courante de sevrer les agneaux à l'âge de 21 jours au Centre de recherches zootechniques.

Les performances optimales de post-sevrage chez les agneaux ont été obtenues en leur servant un régime contenant 20 % de protéines de l'âge de 21 à 56 jours, 17 % de protéines de l'âge de 57 à 98 jours et 17 % de protéines de l'âge de 99 à 140 jours. Un régime protéique de 17, 17 et 14 % respectivement pour les trois périodes susnommées a abouti à une légère réduction du gain de poids, mais ces proportions peuvent être plus économiques. Les agneaux peuvent s'adapter à une alimentation enrichie d'urée, mais il est préférable d'attendre au moins 2 semaines après le sevrage pour leur en servir afin de permettre le plein développement du rumen.

Les besoins en vitamine D des moutons élevés en bergerie étant plus élevés que ceux des moutons exposés au soleil, il faut leur servir des suppléments de vitamine D. Les chercheurs au Centre de recherches zootechniques ont découvert qu'un supplément de vitamine D administré par injection intramusculaire est emmagasiné dans le corps de l'animal pendant 8 mois et le protège bien contre les carences en cette vitamine.

La détermination de la biodisponibilité des oligo-éléments exige une connaissance de base des sites d'absorption au niveau de l'intestin. Des résultats obtenus au Centre de recherches zootechniques ont montré que, chez les moutons, le zinc n'est pas absorbé au niveau de l'estomac. Ainsi, l'utilisation de chélates pour augmenter la solubilité dans le rumen n'a aucun effet sur la biodisponibilité de ce minéral.

Une étude des effets des protozoaires ciliés du rumen des moutons sur la biodisponibilité des éléments nutritifs a révélé que la quantité de protéines qui arrive de l'estomac est directement fonction de la quantité de protozoaires présents dans le rumen. Cette nouvelle connaissance permettra d'accroître la productivité des ruminants en améliorant leur indice de consommation.

Porcs

La consommation nationale annuelle de porc s'établit en moyenne à 32 kilogrammes par habitant, soit environ les trois quarts de celle du bœuf, et les ventes de porc représentent 9 % des recettes à la ferme. L'élevage, basé sur les céréales et les protéines d'oléagineux, permet aussi d'écouler quelque 2,8 millions de tonnes de céréales fourragères et 0,5 million de tonnes de soja. Les secteurs de l'abattage, de la transformation et de la commercialisation du porc emploient environ 12 000 personnes.

Bien qu'actuellement la production s'ajuste au rythme de la demande nationale, il existe un excellent potentiel d'expansion des exportations vers les États-Unis et le bassin du Pacifique, notamment le Japon. Pour conserver ces marchés, nous devons améliorer la qualité déjà élevée des produits canadiens tout en augmentant la productivité.

Les 13 millions de porcs commercialisés chaque année sont produits d'un océan à l'autre, les principaux centres étant le Québec et l'Ontario. La plupart des animaux sont élevés dans de petites exploitations mixtes parce qu'ils offrent un moyen efficace de valoriser les céréales cultivées à la ferme. Toutefois, un nombre croissant d'éleveurs préfèrent les élevages plus grands, intégrés à des usines d'aliments du bétail.

Les éleveurs de porc ont souligné l'urgence de mettre au point de meilleurs systèmes de production. Cela suppose l'amélioration des aptitudes à la reproduction en conditions d'élevage intensif, soit l'objectif visé par les recherches axées sur une meilleure nutrition de la truie et du porcelet, et l'approfondissement de nos connaissances sur la physiologie de la reproduction.

Parmi les principaux objectifs du programme, mentionnons l'obtention de carcasses de qualité supérieure, l'accélération de la croissance et une meilleure connaissance de la valeur nutritive des aliments du bétail produits au Canada.

En ce qui concerne l'utilisation du porc, de meilleures techniques de transformation et de conservation sont à l'étude. La recherche sur les porcs se poursuit aux stations de Lacombe, Brandon et Lennoxville, à la ferme expérimentale de Nappan ainsi qu'au Centre de recherches zootechniques. Le programme reçoit également de l'aide de l'Institut de recherches techniques et de statistiques et de l'Institut de recherches sur les aliments. En outre, quelques travaux ont été effectués à contrat.

Réalisations

Il est nécessaire de mettre au point des appareils et des techniques de mesure de l'épaisseur du lard dorsal à des fins expérimentales ou commerciales, si l'on entend mettre sur pied un système canadien perfectionné de classement du porc et élaborer des règlements touchant les carcasses de porc, y compris celles des verrats. Le classement des carcasses de porc est une opération qui peut être onéreuse et exiger beaucoup de temps. Les chercheurs du Centre de recherches zootechniques ont fait une synthèse des données comparatives s'appliquant à deux types de sondes électroniques pour le classement des carcasses de porc. L'utilisation d'une sonde électronique reliée à une imprimante d'ordinateur au lieu de prendre les mensurations manuellement à l'aide d'une règle permet d'épargner du temps et d'améliorer l'efficacité de cette opération. On a fait des recommandations à l'industrie agricole à cet égard, qui, si elles sont adoptées, devraient contribuer à améliorer l'efficacité du secteur.

Bien que la surveillance de la teneur en gras de la carcasse constitue l'une des principales préoccupations du secteur canadien du porc, il est important aussi de comprendre le processus qui permet d'augmenter le contenu protéique des carcasses. Les chercheurs du Centre de recherches zootechniques ont normalisé une méthode de détermination de la synthèse protéique au moyen de la

follicles in the ovaries and lower blood progesterone throughout the cycle. The blood levels of estrogen, prostaglandin, and uterine estrogen receptors in puberty-induced gilts were not different from those found in mature sows at key periods of the cycle. Although the parameters measured cannot entirely account for the failure of many PMS–hCG-induced gilts to cycle normally, they suggest that the number of uterine estrogen receptors is probably not the limiting factor. They also reaffirm that at the producer level, the use of placental hormones to control puberty is still impractical, given current methods and knowledge.

Previous studies at the Lacombe Research Station and elsewhere have demonstrated that for economic production of swine, optimum market weights for both barrows and gilts ranged from 100 to 110 kilograms. Such market weights are significantly heavier than the 90 kilograms at which Canadian market hogs have traditionally been marketed. However, for the marketing of heavier hogs to be successful, producers must be assured that cooking characteristics and palatability of the meat will not be changed significantly. Research was undertaken to evaluate the eating quality of pork from pigs slaughtered at liveweights ranging from less than 79.5 kilograms to more than 134 kilograms. Cooking properties and palatability of loin chops from 130 barrows and 113 gilts were evaluated. Results indicated that the slaughter weight of both barrows and gilts could be increased to take advantage of potential economic production advantages, without meaningfully altering cooking characteristics or palatability.

Several studies on self-fed growing–finishing pigs at Brandon showed that the relative differences in live performance and carcass measurements between barrows and gilts are influenced by the level of nutrient intake. As feed intake increased, the relative superiority of gilts, with respect to carcass quality, was less evident as a result of the increase in body fat deposition. Results indicate the need to take into account the relative capacity for lean-tissue growth in designing ad libitum feeding regimens for market pigs.

An evaluation of the efficacy of flavomycin, an unlicensed growth promotant for finishing pigs (greater than 35 kilograms in liveweight), revealed a lack of response that may be related to the relatively high growth rates (averaging 0.84 kilogram per day) in the control pigs. This raises some doubts about the advisability of evaluating new feed additives in research facilities where conditions may not represent those expected in commercial operations, where such products may prove beneficial.

With the rapid progression to intensive, indoor pig production systems during the past 20 years, problems of swine behavior have assumed major economic importance. A controversy has developed over the welfare of intensively housed pigs. At the Animal Research Centre, a behavioral research program was established that is directed toward two main areas: piglet mortality and intensive production. In one study two-tiered pens were designed for growing pigs. They provide economic advantages while meeting welfare concerns. The pens were successfully tested in a number of trials.

Poultry

An annual consumption of 226 eggs per person provides the Canadian population with 7% of the dietary protein requirement, which is 50 grams per day. Eggs provide the highest protein quality in the human diet. Increasing the efficiency of egg production assures the consumer of high quality at a low price. A laying hen today produces 250 eggs at a feed consumption of 1.7 kilograms per dozen eggs, whereas 25 years ago the comparable figures were 180 eggs and 3 kilograms of feed. Poultry meat production was 550 000 tonnes, with a per capita consumption of 23 kilograms. Twenty-five years ago, it took 13 weeks and 5.9 kilograms of feed to produce a 1.6-kilogram broiler. Today it takes 7 weeks and 3.1 kilograms of feed to produce the same amount of meat. Similarly, feed required to produce 1 kilogram of turkey meat has been reduced from 6 to 3 kilograms.

Poultry production is domestically oriented and distributed across Canada, close to large population centers. Most poultry rations are prepared by the feed manufacturing industry and transported to production centers. Slaughter and processing of poultry create an important secondary industry, providing an added value of about $300 million.

Over the past few decades, the industry has achieved high levels of performance in both meat and egg production. Research in genetics, nutrition, and management has contributed to this success. Such dramatic changes in performance levels are not expected to occur in the future.

In research, the emphasis is currently directed toward improvement of eggshell quality, improvement of the reproductive performance of meat-type birds, and determination of the amount of fat cover in meat-type birds that best suits both producers and consumers. Other areas of interest include development of better breeding techniques, feeding systems, and management techniques that reduce labor and energy requirements; and development of efficient lighting and housing systems for both egg and meat stocks under Canadian conditions. The problem of salmonella contamination in poultry products is being actively investigated.

Major elements in the Branch research program on poultry are nutrition, breeding, and management. Most of the research is done on chickens raised for meat and eggs, although at one station work is done only on turkeys. There is a small program on geese but none on ducks. Poultry research is carried out at Kentville, Ottawa, Swift Current, and Agassiz.

New, dwarf meat-type chickens show potential for increasing the efficiency of both feed utilization and housing.

Les nouvelles souches naines de poulet de chair pourraient améliorer l'indice de consommation et l'efficacité de l'espace de logement.

leucine C^{14}. Ils ont en outre normalisé des méthodes servant à mesurer l'anabolisme et le catabolisme des protéines.

À Brandon, les chercheurs ont étudié l'effet de la sélection massale à l'égard de la croissance après le sevrage sur les caractéristiques de la carcasse. Les résultats ont révélé ce qui suit: mise à part la cote de couleur, l'héritabilité pour le pourcentage total en gras de la carcasse, la longueur de la carcasse, la superficie du *longissimus dorsi*, le poids de la croupe, le pourcentage de jambon de la demi-carcasse, le pourcentage de viande maigre dans la croupe, la cote de texture et la cote de marbrure varient de modérée à élevée; en outre, on a constaté des corrélations génétiques favorables entre le gain moyen quotidien après le sevrage et la longueur de la carcasse, la superficie du *longissimus dorsi*, le poids de la croupe et le pourcentage de viande maigre dans le jambon; par ailleurs, des corrélations génétiques défavorables ont été décelées entre le gain moyen quotidien après le sevrage et la quantité totale de gras dorsal de la carcasse, le pourcentage de jambon de la demi-carcasse, la cote de couleur, la cote de texture et la cote de marbrure; mais, dans tous les cas les corrélations ont été très faibles. Toutefois, la sélection selon le critère du taux de croissance après le sevrage ne s'est pas faite au détriment des autres caractéristiques de la carcasse. Cela laisse croire que le présent indice de sélection du contrôle d'aptitudes, qui combine la croissance de l'animal et la teneur en gras de sa carcasse, ne devrait pas avoir d'effet néfaste sur la quantité et la qualité de la carcasse.

Dans les diverses régions du Canada, les techniciens du programme de contrôle d'aptitudes des porcs utilisent diverses méthodes de sondage par ultrasons et choisissent différents sites pour mesurer l'épaisseur du lard dorsal chez les porcs sur pied. Cette variation au niveau des techniques employées et des points choisis peut expliquer les distorsions observées dans l'évaluation de troupeaux reproducteurs. La station de recherches de Lacombe, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, a effectué une étude approfondie de ces méthodes de sondage. À l'issue de cette dernière, une nouvelle série de points de sondage par ultrasons ont été définis par rapport à des sites anatomiques au niveau du dos du porc. Au cours de ces recherches, on a également découvert que l'exactitude des mesures de l'épaisseur du lard dorsal par la méthode des ultrasons dépend plus du technicien que de l'appareil. Ces recherches ont mis en évidence la nécessité de présenter des exposés nationaux et régionaux pour renseigner les techniciens du contrôle d'aptitudes sur les normes à suivre à cet égard. Ainsi, à l'échelle du programme national de contrôle d'aptitudes, on obtiendrait des mesures d'épaisseur du lard dorsal plus constantes ce qui permettrait d'identifier de façon plus fiable les animaux de plus grande valeur pour la reproduction. Dans le cadre de ces expériences, on a également constaté qu'un nouvel appareil de sondage par ultrasons, le Scanoprobe 731A®, permet de prévoir le rendement de la carcasse des porcs à un coût moindre, tout en étant aussi efficace que le Krautkramer USM2®. Toutefois, il est recommandé que tous les centres adoptent simultanément toute nouvelle sonde ultrasonique afin d'éviter les variations de résultats attribuables à des «effets de l'appareil» et à l'interaction «opérateur–appareil».

Les deux principaux indicateurs de la qualité du porc sont la couleur et la texture. La couleur est un caractère esthétique que remarque beaucoup le consommateur, et les muscles présentent différentes caractéristiques de transformation et de conservation selon leur tendreté et leur «exsudativité». La couleur du porc peut varier d'un rose grisâtre à un rouge violacé très profond, et la structure du muscle, de très molle et exsudative (aqueuse) à très ferme et sèche. Dans l'ensemble, les extrêmes de couleur et de texture vont de pair, de sorte que l'on peut classer le porc suivant une échelle de cinq ou de neuf points comportant deux extrêmes, à savoir la viande PSE (viande pâle, molle et exsudative) d'une part et la viande DFD (viande foncée, ferme et sèche) d'autre part. Toutefois, les muscles de couleur pâle ne sont pas forcément mous et exsudatifs, non plus que les muscles de couleur foncée sont nécessairement fermes et secs. On a mis au point une série de normes distinctes s'appliquant respectivement à la couleur et à la structure de la viande, lesquelles sont illustrées par des reproductions photographiques. Elles seront utilisées prochainement dans le cadre de l'étude nationale sur les carcasses de porc. Il s'agit simplement d'une version perfectionnée des normes établies il y a plusieurs années à l'Université du Wisconsin. Les chercheurs croient que ces normes permettront d'atteindre une plus grande uniformité des cotes et de mieux saisir l'ampleur du problème des viandes PSE et DFD.

La maîtrise du cycle sexuel des truies au moyen de techniques d'induction de la puberté aurait des répercussions importantes sur l'efficacité de la production porcine. Bien qu'il soit possible de provoquer l'ovulation et une période d'activité sexuelle chez les cochettes en leur injectant un mélange de sérum de jument gravide et de gonadotropine chorionique humaine (S.J.G.–G.C.H.), l'état d'activité sexuelle et de grossesse sont souvent difficiles à maintenir chez ces animaux. À la station de recherches de Brandon, des chercheurs ont tenté de déterminer les causes physiologiques possibles de ce taux d'échecs élevé. Ils ont évalué la teneur du sang en progestérone, en œstrogène et en prostaglandine de même que la teneur de l'utérus en récepteurs œstrogènes chez ces animaux et les ont comparées aux teneurs décelées chez les truies adultes cyclées. Ils ont constaté la formation d'un plus grand nombre de follicules cystiques dans les ovaires et une plus faible teneur du sang en progestérone au cours du cycle sexuel chez les cochettes dont l'ovulation est provoquée par une injection de S.J.G.–G.C.H. Par ailleurs, la teneur du sang en œstrogène et en prostaglandine, et la teneur de l'utérus en récepteurs œstrogènes chez les cochettes dont la puberté a été provoquée n'ont pas différé de celles enregistrées chez les truies adultes à des périodes critiques du cycle. Bien que les paramètres mesurés ne puissent expliquer entièrement l'inaptitude d'un grand nombre de cochettes induites au S.J.G.–G.C.H. à présenter un cycle sexuel normal, ils laissent croire que le nombre de récepteurs œstrogènes dans l'utérus n'est probablement pas le facteur limitatif. Ces résultats confirment en outre que l'utilisation d'hormones placentaires pour maîtriser la puberté constitue toujours une méthode peu pratique pour l'éleveur, étant donné les méthodes et les connaissances actuelles.

Des études antérieures menées à la station de recherches de Lacombe et ailleurs ont démontré que pour assurer une production économique du porc, l'éleveur doit mettre au marché ses castrats et ses cochettes à leur poids maximum, soit de 100 à 110 kilogrammes. Ces poids sont nettement plus élevés que le poids de 90 kilogrammes traditionnellement choisi pour la mise en marché des porcs canadiens. Toutefois, la commercialisation de porcs plus lourds ne réussira que si les éleveurs sont convaincus qu'il n'y aura pas de différences notables dans les propriétés culinaires et l'appétabilité de la viande. Des recherches ont été entreprises pour estimer les qualités culinaires de la viande de porc provenant de sujets abattus à des poids vifs variant de moins de 79,5 kilogrammes à plus de 134 kilogrammes. Les chercheurs ont évalué la tenue à la cuisson et l'appétabilité des côtelettes provenant de 130 porcs châtrés et de 113 cochettes. Selon les résultats obtenus, l'éleveur pourrait abattre les castrats et les cochettes à des poids plus élevés et rendre ainsi la production plus économique, sans crainte de modifier significativement les caractéristiques culinaires et l'appétabilité de la viande.

Plusieurs études effectuées à Brandon sur des porcs en croissance–finition soumis à un régime d'alimentation libre ont révélé que le niveau d'ingestion des éléments nutritifs influe sur les différences relatives observées entre les castrats et les cochettes en

Research accomplishments

Long-term selection research at the Animal Research Centre, with emphasis on egg production, egg size, viability, fertility, hatchability, and egg-quality traits, has improved economic efficiency of poultry-egg stocks and product quality. Breeding techniques have been developed to maximize heterosis in egg stocks. Scientists found that fat laying-hens lay increasingly fewer eggs than do lean ones, yet they eat the same amount of feed. Their relative economic efficiency is therefore lower, without any increase in product quality. Composition of eggs in commercial egg-size categories is influenced by hen genotype, age, and diet. Cooperative studies between the Animal Research Centre and the University of Guelph showed that modern, larger eggs contain more egg white than did eggs of 20 years ago, but the total dry matter of eggs is approximately the same.

Strain crosses of egg-laying stocks at the Animal Research Centre had higher levels of lymphoid leukosis virus infection than did strains selected for production traits. The effects of the virus on birds infected by transmission through eggs (vertical infection) were greater than those on the birds infected by contact with other infected birds (horizontal infection). Twenty-three genetic groups of chickens were similarly ranked for their resistance to a highly virulent isolant of Marek's disease virus and to its milder counterparts. This indicated that selection for resistance to one virus also improves resistance to the other virus.

At the Kentville Research Station, conclusive evidence has been obtained that the high incidence of sudden death syndrome in broiler chicks is associated with the dietary protein ingredients passing through the crumble–pellet manufacturing process for feed. By circumventing the crumble–pellet process with soybean meal, canola meal, and fish meal, which are the principal sources of dietary protein, the incidence of sudden death syndrome was decreased from 3.6% to 0.9%. Sudden death syndrome frequently accounts for more than one-half of all mortality in commercial broiler flocks.

Large-particle-size limestone fed to Leghorn hens as a supplemental source of calcium was found to be as effective as oyster shell in maintaining shell strength when it was fed as a weekly topical application in the feed. Furthermore, feeding large-particle-size limestone had no detrimental effect on egg size, as sometimes happens when oyster shell is fed as a supplemental source of calcium. Small-particle-size limestone becomes lost and is not ingested by the birds.

Eggshell breakage is estimated to cause losses of $10 million to Canadian producers. A direct relationship was observed between prepubertal plasma estradiol levels and subsequent eggshell quality. Mean rate of estradiol production in young laying hens at the Animal Research Centre was estimated to be 19.5 nanograms per minute, and the metabolic clearance rate 118 millilitres per minute per kilogram of body weight.

At the Agassiz Research Station, lowering the protein content of diets of male roasters for the first 3 weeks by 4–5% was found to produce roasters at 10 weeks of age that were about 5–8% lighter but were of an acceptable market weight. Feed efficiency of this program was comparable to or better than the regular feeding program (23% protein starter), and mortality was consistently reduced by 10–20%. Reduced feed costs of the lower protein starter and improved livability make the program economically viable and exceed the cost of the extra chicks if marketable birds of a specific weight are to be produced in the same time period.

Feed accounts for 70–80% of the cost of egg and meat production by poultry. The true metabolizable energy (TME) system developed at the Animal Research Centre has been adopted by a major international feed manufacturer for the formulation of poultry feeds. The TME system continues to receive world-wide recognition.

At the Animal Research Centre, techniques were investigated for indirect estimation of fatness in live broiler birds and of biochemical constituents of blood and fat (enzyme lipases) as indicators of fatness. A positive relationship was verified between very low density lipoproteins of plasma and carcass fatness of broilers. The detrimental effects of fatness to broiler producers, in terms of added feed costs and methods of choosing and monitoring broiler stock for leanness, were described to the broiler industry.

Studies on the management of egg-laying chickens at the Animal Research Centre indicated that the color of light used on birds before they begin laying eggs had small, but positive, effects on subsequent performance. The results indicate that economic efficiency of the egg-laying industry can be increased slightly at no additional cost. In addition, research on growing broiler–breeder replacement hens showed that age of sexual maturity was advanced, although egg weight was decreased, when the daily photoperiod was reduced from 8 hours to 6 or 4 hours until chicks were 18 weeks old. During an induced molt of broiler breeder hens, dietary control of body weight indicated that hens with low initial body weight returned to egg production earlier and laid more eggs than did heavier birds.

Honey bees

The Canadian honey industry continues to be healthy and vigorous, producing a product of excellent quality that is recognized throughout the world. In 1983 honey production reached 38.7 million kilograms, with a value of $63 million. About 75% of the yield came from the four western provinces, where despite extremes of weather and a short season the average production per colony was much higher than in Eastern and central Canada.

The honey industry has, however, several problems that can be solved only through long-term research. Research on honey bees in the Research Branch is centered at the research stations in Beaverlodge and Ottawa.

Research accomplishments

During the past 5 years, two improved bee strains have been developed at the Beaverlodge Research Station. One is suitable for the southern prairie area and the other for northern climatic conditions. Both honey bee strains produced 18–42% more honey than did control colonies and commercial honey bees, and showed excellent wintering ability and disease resistance. The northern bees are more docile than the southern ones. Eighty queens were released to Olds Agricultural and Vocational College and 112 queens to Fairview Agricultural and Vocational College to establish apiaries for stock distribution to producers in 1984. The development of new strains of bees at Beaverlodge is a major step toward self-sufficiency. It would eliminate the need for importing package bees and queens, and avoid the introduction of honey bee diseases and mites into Canada.

Larval infestations of the driedfruit moth, *Vitula edmandsae serratilineella*, were discovered recently in leafcutter bee hives and in hive storage buildings in Alberta. Larvae invade the hive tunnels, where they destroy the bee larvae and cocoons and damage the polystyrene nesting material to the extent that it cannot be reused. This species is also a known pest of honey-bee combs. A sex pheromone monitoring or control system for driedfruit moths was developed through the identification of 16 pheromone-like compounds that were isolated from the female moths. A four-component synthetic pheromone blend, based on naturally occur-

ce qui a trait à la performance sur pied et aux dimensions de la carcasse. À mesure que le niveau d'ingestion augmente, la supériorité relative des cochettes sur le plan de la qualité de la carcasse diminue par suite de l'augmentation des dépôts graisseux. Ces résultats démontrent que l'éleveur doit tenir compte de la capacité relative des différentes catégories de sujets à produire du tissu maigre lorsqu'il établit le régime d'alimentation libre des porcs de marché.

Les résultats de l'évaluation de l'efficacité de la flavomycine, un stimulateur de croissance non homologué pour les porcs de finition de poids vif supérieur à 35 kilogrammes, ont révélé une absence de réaction qui peut être reliée aux taux de croissance relativement élevés (s'établissant en moyenne à 0,84 kilogramme par jour) des porcs du groupe témoin. Cela soulève quelques doutes quant à la pertinence d'évaluer de nouveaux additifs alimentaires dans des installations de recherches où les conditions ne reproduisent pas toujours celles attendues dans les installations commerciales où de tels produits pourraient avoir un effet bénéfique.

Étant donné que le système d'élevage intensif en porcherie fermée a gagné rapidement la faveur des éleveurs au cours des 20 dernières années, les problèmes de comportement porcin ont pris une grande importance économique. En outre, le bien-être des porcs logés dans des bâtiments d'élevage à forte densité de population a soulevé une controverse. Le Centre de recherches zootechniques a mis sur pied un programme de recherches en comportement qui s'intéresse à deux domaines principaux: la mortalité des porcelets et la production intensive. Dans le cadre d'une des études, les chercheurs ont conçu des parquets à deux niveaux pour les porcs à l'engraissement. Ces installations procurent des avantages économiques tout en assurant le bien-être des animaux. Ces enclos ont été testés avec succès au cours de bon nombre d'essais.

Volaille

La consommation annuelle de 226 œufs par personne comble 7 % des besoins quotidiens en protéines (50 grammes) de la population canadienne. Les œufs constituent la meilleure source de protéines du régime alimentaire de l'homme. En augmentant la productivité, on assure aux consommateurs un produit de qualité supérieure, à bas prix. Aujourd'hui, une pondeuse produit 250 œufs à raison de 1,7 kilogramme d'aliments par douzaine d'œufs, alors qu'il y a 25 ans, ces chiffres étaient de 180 œufs pour 3 kilogrammes d'aliments. La production de viande de volaille a atteint 550 000 tonnes, et la consommation par habitant, 23 kilogrammes. Il y a 25 ans, il fallait compter 13 semaines et 5,9 kilogrammes d'aliments pour produire un poulet à griller de 1,6 kilogramme alors qu'aujourd'hui, il ne faut que 7 semaines et 3,1 kilogrammes. De même, la quantité d'aliments nécessaires pour produire 1 kilogramme de viande de dindon a diminué, passant de 6 à 3 kilogrammes.

Au Canada, la production avicole est orientée vers la consommation intérieure et les élevages se situent près des grands centres urbains. La plupart des aliments pour volaille sont préparés par les fabricants d'aliments du bétail et transportés vers les centres de production. L'abattage et la transformation des volailles créent un important secteur industriel secondaire, qui fournit une valeur ajoutée d'environ 300 millions de dollars.

Au cours des dernières décennies, l'aviculture canadienne a atteint un degré de performance élevé dans les domaines de la production de la viande et des œufs. Les recherches poursuivies en génétique, en nutrition et en conduite de l'élevage ont fortement contribué à ce succès, mais il est peu probable qu'une amélioration si spectaculaire puisse se répéter.

Les recherches en cours visent à améliorer la qualité de la coquille et à accroître les aptitudes à la reproduction de la volaille de chair ainsi qu'à déterminer quelle proportion de gras chez cette dernière répond le mieux aux besoins du producteur et du consommateur. Parmi les autres buts poursuivis figurent notamment la mise au point de meilleures techniques d'élevage et d'engraissement, l'élaboration de méthodes d'exploitation permettant une plus grande économie de main-d'œuvre et d'énergie, et la conception de systèmes efficaces d'éclairage et de logement des troupeaux de ponte et de chair adaptés aux conditions climatiques canadiennes. Le problème de la contamination des produits avicoles par les salmonelles fait aussi l'objet d'études intensives.

Les principales sphères d'intérêt du programme de recherches avicoles de la Direction générale sont la nutrition, l'amélioration génétique et la conduite de l'élevage. Le gros des travaux porte sur les poulets de chair et les pondeuses, mais une station s'intéresse exclusivement aux dindons. Il y a aussi un programme modeste sur les oies. Les recherches sont effectuées à Kentville, Ottawa, Swift Current et Agassiz.

Réalisations

Au Centre de recherches zootechniques, les recherches à long terme effectuées sur la sélection en ce qui touche notamment à la production, au calibre, à la viabilité, à la fertilité, à l'éclosabilité et aux caractéristiques de qualité des œufs, ont amélioré la rentabilité des souches de pondeuses et la qualité du produit. Des techniques d'amélioration génétique ont été mises au point pour maximiser l'hétérose chez les sujets de ponte. Les chercheurs ont découvert que les pondeuses grasses pondent progressivement de moins en moins d'œufs si on les compare aux pondeuses maigres, tout en consommant la même quantité d'aliments. Elles sont donc moins efficaces sur le plan économique, sans donner pour autant un produit de qualité supérieure. La composition des œufs de différents calibres commerciaux est fonction du génotype, de l'âge et du régime alimentaire de la pondeuse. Des recherches poursuivies conjointement par le Centre de recherches zootechniques et l'Université de Guelph ont montré que les œufs produits actuellement sont de plus grande taille et contiennent une proportion plus importante de blanc d'œuf que les œufs produits il y a 20 ans. Par contre, l'extrait sec total des œufs n'a à peu près pas varié.

Au Centre de recherches zootechniques, les lignées croisées de pondeuses étaient moins résistantes au virus de la leucose lymphoïde que les lignées sélectionnées en fonction de caractéristiques de production. Les effets du virus sur les sujets infectés par l'œuf (infection verticale) ont été plus importants que sur les sujets infectés par contact avec les autres sujets infectés (infection horizontale). Vingt-trois groupes génétiques de poulets ont tous affiché une égale résistance à un isolat hautement virulent du virus de la maladie de Marek et à des souches moins virulentes. Cela prouve que la sélection à l'égard de la résistance à un virus améliore également la résistance aux autres virus.

À la station de recherches de Kentville, on a obtenu des preuves irréfutables que la fréquence élevée du syndrôme de mort subite chez les poussins de type à griller est reliée aux ingrédients protéiques alimentaires traités suivant le procédé de réduction des granulés en miettes. En remplaçant ce procédé par les tourteaux de soja, de canola et de poisson, qui sont les principales sources de protéines alimentaires, la fréquence du syndrôme de mort subite a diminué de 3,6 % à 0,9 %. Ce syndrôme cause fréquemment plus de la moitié des mortalités enregistrées dans les troupeaux commerciaux de poulets à griller.

Les chercheurs ont trouvé que la pierre à chaux servie aux poules Leghorn sous forme de grosses particules ajoutées chaque

ring pheromone components, was optimized for the attraction of male moths. This pheromone blend will be useful as a trap bait for monitoring the occurrence and abundance of driedfruit moths and will allow producers to implement early control measures. The pheromone blend can be used to control this pest by mass trapping in buildings where hives are stored.

Furbearers

The production value of Canadian furs is over $40 million annually. About 30% of this trade comes from pelts produced on fur farms. Mink is the most important animal raised; fox is the only other animal raised in significant numbers. The Research Branch has no in-house research program on furbearers, but it supports research through its extramural research programs at the University of Guelph and Laval University. The major problems in fur production are related to disease and nutrition.

semaine à leurs aliments constitue une source supplémentaire de calcium tout aussi efficace que les coquilles d'huître pour assurer la résistance de la coquille de l'œuf. En outre, l'apport de pierre à chaux n'a pas eu d'effets négatifs sur le calibre de l'œuf, comme il arrive parfois avec les coquillages d'huître. Cependant, la pierre à chaux servie sous forme de petites particules se perd et n'est pas ingérée par les sujets.

Selon les estimations, les coquilles d'œufs brisées causeraient des pertes de 10 millions de dollars aux éleveurs canadiens. On a mis en évidence l'existence d'une relation directe entre les teneurs du plasma en œstradiol chez les sujets d'âge prépubertaire et la qualité subséquente de la coquille des œufs. Le taux moyen de production d'œstradiol chez les jeunes poules pondeuses au Centre de recherches zootechniques a été estimé à 19,5 nanogrammes par minute, et la libération métabolique à 118 millitres par minute et par kilogramme de poids corporel.

Les chercheurs de la station d'Agassiz ont découvert qu'en diminuant le contenu protéique du régime alimentaire des poulets à griller de 4 à 5 % au cours des 3 premières semaines, on produit des poulets à griller qui, à l'âge de 10 semaines, sont plus légers (5 à 8 %), mais d'un poids d'abattage acceptable. L'indice de consommation obtenu dans le cadre de ce programme a été aussi bon sinon meilleur que celui obtenu dans le cadre du programme régulier d'alimentation (aliments de démarrage à contenu protéique de 23 %), et le taux de mortalité a diminué régulièrement de 10 à 20 %. Puisque l'utilisation d'aliments de démarrage à plus faible teneur en protéines entraîne une diminution des coûts d'alimentation et du taux de mortalité, le programme est économiquement viable, et ces avantages compensent le coût des poussins additionnels si des sujets commercialisables d'un poids donné doivent être produits dans la même période.

Les aliments représentent de 70 à 80 % du coût de production des œufs et de la viande de volaille. Le système de mesure de l'énergie métabolisable réelle (E.M.R.) mis au point au Centre de recherches zootechniques a été adopté par l'un des principaux fabricants internationaux d'aliments du bétail pour la préparation des aliments destinés à la volaille. Le système E.M.R. continue à être reconnu dans le monde entier.

Les chercheurs du Centre de recherches zootechniques ont étudié des techniques d'estimation indirecte de l'état d'engraissement des sujets à griller sur pied en se servant des constituants biochimiques du sang et du gras (lipases enzymatiques) comme indices de l'état d'engraissement. Les chercheurs ont vérifié l'existence d'une relation positive entre la présence de lipoprotéines plasmatiques de très faible densité et l'état d'engraissement des sujets à griller. On a exposé aux éleveurs de poulets à griller les effets néfastes qu'entraîne l'état d'engraissement excessif des sujets à griller (coûts d'alimentation accrus) ainsi que les méthodes permettant de sélectionner des sujets pour leur rendement en viande maigre et de maintenir cette caractéristique.

Des recherches sur la conduite des élevages de pondeuses au Centre de recherches zootechniques ont démontré que la couleur de la lumière utilisée pour éclairer les sujets avant le début de la ponte a un léger effet positif sur leur performance subséquente. Ces résultats montrent qu'on peut améliorer légèrement la productivité du secteur sans qu'il en coûte plus cher aux éleveurs. En outre, dans le cadre de recherches effectuées sur les jeunes reproductrices de poulet à griller, les chercheurs ont découvert qu'en diminuant la photopériode quotidienne de 8 heures à 6 ou à 4 heures jusqu'à l'âge de 18 semaines, les sujets atteignent la maturité sexuelle plus précocement, mais donnent par la suite des œufs plus légers. Au cours d'expériences d'induction de la mue chez des reproductrices de type à griller, le contrôle du poids corporel des sujets par le rationnement a permis de démontrer que les poules dont le poids corporel initial était faible ont recommencé à pondre plus tôt et ont produit plus d'œufs que les sujets plus lourds.

Abeilles

Le secteur canadien de l'apiculture, toujours florissant, produit un miel d'excellente qualité de renommée mondiale. En 1983, la production a atteint 38,7 millions de kilogrammes pour une valeur de 63 millions de dollars. Environ 75 % de ce miel provient des quatre provinces de l'Ouest où, malgré les conditions météorologiques extrêmes et une saison courte, la moyenne de production par colonie a été de beaucoup supérieure à celle de l'est et du centre du Canada.

Toutefois, ce secteur fait face à divers problèmes que seules des recherches à long terme peuvent lui permettre de résoudre. Les travaux sur les abeilles menés par la Direction générale de la recherche se concentrent aux stations de Beaverlodge et d'Ottawa.

Réalisations

Au cours des 5 dernières années, la station de recherches de Beaverlodge a créé deux souches d'abeilles améliorées. L'une de ces souches convient à la région méridionale des Prairies et l'autre aux conditions climatiques du nord. Les deux souches ont donné des quantités de miel supérieures de 18 à 42 % à celles produites par des colonies témoins et des abeilles commerciales, et ont présenté une excellente aptitude à l'hivernage et une bonne résistance aux maladies. Les abeilles acclimatées au nord sont plus dociles que celles adaptées aux conditions climatiques du sud. Quatre-vingts reines ont été fournies aux chercheurs du *Olds Agricultural and Vocational College* et 112 autres à ceux du *Fairview Agricultural and Vocational College* pour qu'ils y mettent sur pied des ruchées en vue d'approvisionner les producteurs en souches d'abeilles en 1984. La création de nouvelles lignées d'abeilles à Beaverlodge constitue une étape importante vers l'autonomie. Cela éliminerait le besoin d'importer des paquets d'abeilles et de reines ainsi que les risques d'introduire au Canada des maladies et des acariens qui leur sont nuisibles.

On a récemment découvert en Alberta des ruches de mégachyles et des bâtiments d'entreposage des ruches infestés par les larves de la pyrale (*Vitula edmandsae serratilineella*). Les larves envahissent les cellules des ruches, y détruisent les larves d'abeilles ainsi que les cocons et endommagent le matériel de nidification en polystyrène au point de le rendre inutilisable. Cette espèce est aussi un parasite connu des rayons d'abeille. Les chercheurs ont mis au point un système de lutte contre la pyrale, sur la base de l'identification de 16 composés de type phéromone qui ont été prélevés chez les femelles de la pyrale. Ils ont préparé un mélange optimal de quatre phéromones synthétiques pour attirer les sujets mâles, en se basant sur les composantes des phéromones naturelles de l'espèce. Ce mélange sera utile comme appât pour piéger les pyrales dont on désire contrôler la fréquence d'apparitions et l'abondance, et permettra aux producteurs d'appliquer des mesures de lutte sans tarder. Il peut en outre servir à la lutte contre ce parasite en permettant le piégeage en masse dans les bâtiments où l'on entrepose des ruches.

Animaux à fourrure

Chaque année, les fourrures rapportent aux producteurs canadiens plus de 40 millions de dollars dont 30 % environ proviennent des peaux produites sur les fermes d'élevage. L'élevage du vison est le plus répandu, suivi de celui du renard, le seul autre animal qui soit élevé en nombre important. Même si la Direction générale de la recherche n'administre aucun programme interne dans ce domaine, elle appuie tout de même, dans le cadre de ses programmes de recherches externes, des travaux effectués à l'université de Guelph et à l'université Laval. Les principaux problèmes auxquels doivent faire face les producteurs de fourrure sont liés aux maladies et à la nutrition.

PLANTS

Cereals

Cereal crops are vital to the Canadian economy. Grown to some extent in all provinces, wheat, oats, barley, rye, and corn are familiar to most Canadians. Farm cash receipts are more than $5.7 billion.

Grain crops are well adapted to the Canadian climate. Even with a short growing season in Western Canada, the number of frost-free days is sufficient for spring-sown cereals to ripen. Although yields from these early maturing cultivars are not as high as yields obtained in other parts of the world that have more rain and a longer growing season, our cultivars and climate ensure that Canada produces some of the highest-quality bread wheats in the world. Our main wheat crop is hard red spring wheat, which occupies some 12 million hectares, with an average annual production of 23 million tonnes.

Durum, soft white spring, hard red winter, and soft white winter wheats are other types grown. Each has a different use, such as for pasta, biscuits, pastry flour, cakes, and bread.

About 10% of the barley crop is used in the brewing and malting industry, and some of this is exported as malt or for malting purposes. Rye is used in the form of flour for specialty breads and in distilleries. Some oats are processed for human food as breakfast cereals, and corn is used by distilleries, starch companies, and food processors.

In addition to their broad use in human nutrition, cereals are used extensively as animal feeds. Some wheat is grown and used domestically as feed for livestock and poultry, but it is usually not competitive in price with the other feed grains. Grains also have regional significance as feeds. Corn is king of the feed grains in Ontario and in most of Eastern Canada where it is adapted. In the past decade it has made large inroads into markets for other grain crops. In Western Canada, barley and oats are fed on farms or sold as feed. Winter rye is often grown in seasons of drought and used as feed. Some barley and rye are also exported as feed. The oat crop is widely adapted and can be fed as a forage, hay, or grain.

The Research Branch has teams of scientists working on production, protection, and utilization of cereal crops. Since the origin of the Experimental Farms Service in 1886, researchers have been concerned with producing better cultivars of grain, developing and recommending ways to grow them, and devising procedures to protect them against pests. There is also deep concern about maintaining the high quality of the crops produced. Special research projects deal with problems relating to root rots, soil productivity, losses caused by diseases, reactions to herbicides, and meteorology as it relates to crop growth.

Because cereal crops are grown in all provinces of Canada, there are major programs of research at all our stations in the Prairie Provinces and at Ottawa, London, Harrow, Sainte-Foy, and Charlottetown.

Columbus wheat, the first hard red spring wheat with improved resistance to harvest-time sprouting.

Le blé Colombus est le premier cultivar de blé roux vitreux de printemps doté d'une résistance améliorée à la germination sur épi.

Research accomplishments

Borden, a winter feed wheat cultivar developed at the Charlottetown Research Station, was released to pedigree seed growers in the fall of 1983. Borden is a winter-hardy cultivar that has consistently outyielded Lennox and Valor in 4 years of trials in the Maritime Provinces. It has a similar reaction to most diseases and slightly stronger straw than either Lennox or Valor. Because of its winterhardiness, Borden is of particular interest to winter wheat producers in New Brunswick and Prince Edward Island.

The high-yielding triple M wheat (HY320) developed at Swift Current is being increased by the Canadian Wheat Board to evaluate acceptability of this new quality-class of wheat on export markets. In anticipation of its eventual licensing and release to producers, breeders and pathologists at the Winnipeg Research Station have started programs to incorporate important qualities that the wheat currently lacks, namely, resistance to leaf and stem rusts, loose smut, and postharvest sprouting.

PRODUCTIONS VÉGÉTALES

Céréales

La céréaliculture joue un rôle capital dans notre économie. Les cultures du blé, de l'avoine, de l'orge, du seigle et du maïs sont plus ou moins importantes selon les provinces, mais sont bien connues de la plupart des Canadiens. Les recettes agricoles en espèces atteignent plus de 5,7 milliards de dollars.

Les céréales conviennent bien à notre climat et, malgré la courte saison de croissance dans l'Ouest du pays, la période exempte de gel est suffisante pour permettre la maturation des céréales semées au printemps. Bien que le rendement des cultivars hâtifs ne soit pas aussi élevé que dans les pays où la pluviométrie est plus abondante et la saison de croissance plus longue, les cultivars existants et notre climat nous permettent de produire des blés qui sont parmi les meilleurs au monde. Le type de blé le plus cultivé chez nous est le roux vitreux de printemps, dont les emblavures occupent environ 12 millions d'hectares et dont la production annuelle s'élève à environ 23 millions de tonnes.

Parmi les autres types cultivés, citons le blé dur, le blé roux vitreux d'hiver, le blé tendre blanc de printemps et le blé tendre blanc d'hiver, qui tous ont des usages différents: fabrication de pâtes alimentaires, de biscuits, de farine de pâtisserie, de gâteaux et de pain.

Environ 10 % de l'orge produite au pays est absorbé par les brasseries et les malteries qui en exportent une certaine quantité sous forme de malt ou pour le maltage. Le seigle entre dans la préparation de pains de spécialité et est recherché aussi par les distilleries. Certains types d'avoine sont transformés en céréales pour petit déjeûner et une partie du maïs est absorbée par les distilleries, les amidonneries et les industries alimentaires.

En plus de leur vaste utilisation dans l'alimentation humaine, les céréales sont largement consommées par les animaux. Nous consacrons une certaine partie du blé à l'alimentation des bestiaux et de la volaille, mais son prix ne parvient généralement pas à concurrencer celui des autres grains de provendes. L'importance de certaines céréales fourragères varie d'une région à l'autre. Ainsi, le maïs est roi en Ontario et dans la plupart des régions de l'Est où il est adapté. Au cours de la dernière décennie, il a même envahi des marchés où régnaient en maître jusque-là d'autres céréales fourragères. Dans l'Ouest, les agriculteurs utilisent l'orge et l'avoine pour nourrir leurs bêtes et les vendent comme aliments du bétail. En période de sécheresse, le seigle d'hiver complète souvent l'alimentation des animaux. Nous exportons aussi un peu d'orge et de seigle sous forme d'aliments de bétail. Enfin, l'avoine se cultive presque partout et est servie au bétail sous forme de fourrage vert, de foin ou de grain.

La Direction générale de la recherche affecte plusieurs équipes à la production, à la protection et à l'utilisation des céréales. Depuis la création du Service des fermes expérimentales en 1886, les chercheurs se sont employés à créer de meilleurs cultivars ainsi qu'à mettre au point et à recommander des façons de les cultiver et de les protéger contre les ravageurs. Il y a aussi les travaux spéciaux touchant aux problèmes liés au piétin, à la productivité du sol, aux pertes causées par les maladies, aux réactions des plantes aux herbicides et aux interactions agroclimatiques.

Comme on cultive les céréales dans toutes les provinces du Canada, des programmes sont en cours dans toutes les stations des Prairies, ainsi qu'à Ottawa, London, Harrow, Sainte-Foy et Charlottetown.

Réalisations

À l'automne 1983, la station de recherches de Charlottetown a homologué le Borden, un cultivar de blé fourrager d'hiver, à l'intention des producteurs de semences pédigrées. Ce cultivar rustique a toujours surpassé le Lennox et le Valor au cours des 4 années d'essais dans les Maritimes. Il se comporte de la même façon que ces derniers envers la plupart des maladies et sa paille est légèrement plus solide. En raison de sa rusticité, le Borden présente un intérêt tout particulier pour les producteurs de blé d'hiver du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard.

La Commission canadienne du blé a multiplié un blé 3 M (HY320), un nouvelle qualité de blé à rendement élevé créée à la station de Swift Current, pour en évaluer les débouchés possibles sur les marchés étrangers. En prévision de son homologation éventuelle et de sa distribution aux producteurs, les sélectionneurs et les pathologistes de la station de recherches de Winnipeg ont entrepris des travaux visant à y incorporer les caractéristiques importantes qui lui manquent actuellement, notamment la résistance à la rouille de la feuille et de la tige, au charbon nu et à la germination sur l'épi.

On a également mis au point pour la première fois des lignées de blé blanc dont la dormance des grains est comparable à celle des blés roux. Les chercheurs de la station de Swift Current ont marié la période de dormance longue et stable du blé roux RL4137 à la couleur blanche du tégument. Ces résultats laissent penser que le RL4137 possède un mécanisme génétique de résistance à la germination sur l'épi, lequel serait associé à la couleur rouge du grain, de même qu'un ou plusieurs autres mécanismes qui n'auraient aucun rapport avec cette dernière. Comme on peut extraire plus de farine des blés blancs que des blés roux, beaucoup d'importateurs étrangers les préfèrent. Malheureusement, ils ont une plus grande tendance à germer sur l'épi. On a par ailleurs associé la formation de vomitoxines à la germination sur l'épi. On pourra désormais mettre au point des blés blancs de printemps et d'hiver résistants à la germination, lesquels permettront au Canada d'exercer une plus grande concurrence sur les marchés mondiaux.

Au cours des 2 dernières années, on a observé que la plupart de nos cultivars populaires de blé résistent bien à la mélanose, une maladie particulièrement nuisible au blé Park cultivé dans le centre de l'Alberta. Quelques-uns de ces cultivars, notamment le Neepawa et le Sinton, ont été croisés avec le Park pour produire des lignées possédant d'une part, les mêmes qualités et la même précocité que ce dernier et d'autre part, la résistance aux maladies caractérisant les autres cultivars. Grâce à l'aide financière accordée par le Fonds de recherche et de développement en agriculture de l'Alberta, les chercheurs de la station de Lacombe visent à remplacer la variété sensible Park, laquelle est très bien acclimatée à la courte saison végétative du centre et du nord de l'Alberta, par un type de blé semblable, mais résistant à la mélanose.

Des essais menés à la station de recherches de Kentville ont montré les avantages de l'ensemencement précoce du blé d'hiver. Ainsi, ensemencés le 15 septembre, le Lennox (blé fourrager) et le Monopol (blé panifiable) ont donné des rendements supérieurs de

White-seeded wheat lines with seed dormancy comparable to some red-seeded wheats were developed for the first time. Scientists at the Swift Current Research Station combined the long, stable seed dormancy of the red-seeded wheat RL4137 with white seed-coat color. This evidence suggests that RL4137 has a genetic mechanism for sprouting resistance, which is associated with red seed-color, and one or more mechanisms not associated with seed color. Because white-seeded wheats can be milled to a higher flour-extraction level than red-seeded wheats, many international markets prefer white wheat. Unfortunately, white-seeded wheats as a group tend to be more susceptible to sprouting in the spike than are red-seeded wheats. Vomitoxins have been associated with grains sprouted in the spike before harvest. It will now be possible to develop sprouting-resistant white-seeded wheats in both spring and winter wheats, thus helping Canada to be more competitive in international markets.

During the past 2 years it was observed that our most popular wheat cultivars are resistant to head melanosis, which can cause considerable damage to Park wheat in central Alberta. Some of these cultivars, such as Neepawa and Sinton, were crossed with Park to produce progeny that has the advantages of quality and maturity attributed to Park and the disease resistance of other cultivars. With financial assistance from the Alberta Agriculture Crop Research and Development Fund, work at the Lacombe Research Station is currently aimed at replacing the susceptible Park wheat, which is otherwise ideally suited to the short growing season of central and northern Alberta, with a similar type of wheat that is resistant to head melanosis.

Trials at the Kentville Research Station showed the advantage of early seeding of winter wheat. When Lennox (feed wheat) and Monopol (bread wheat) were seeded on 15 September, they averaged yields that were 20% higher than when seeded on 25 September and 32% higher than when seeded on 5 October. The benefit of earlier fall seeding is probably related to better root development and earlier maturity.

At Nappan, two cultivars of winter wheat (Lennox and Vuka) were seeded at eight dates, beginning on 26 August, and at weekly intervals thereafter. Yields of winter wheat for the first four seeding dates were increased for Lennox (19%) and for Vuka (only 2%).

Seeding experiments at Lethbridge over a 12-year period demonstrated that for maximum yields of spring cereals, farmers in southern Alberta should seed during April. Seeding earlier than April can be done without yield loss and has the advantage of spreading out the field work over a longer period. However, wind erosion can be a problem on unprotected fields, and severe damage to early seeded crops can occur. The 12 years of seeding experiments also indicated that tender winter wheats that do not survive in southern Alberta when sown in the fall can be vernalized in the field when sown in February or early March. These tender cultivars are useful for differentiating pathogenic races of disease organisms, such as smut fungi, in field research at Lethbridge.

Tests at Melfort showed that winter wheat has a better chance of surviving when it is seeded into stubble or chemical fallow with a zero-till drill. Seeding into undisturbed stubble holds a more uniform snow cover on the field and maintains a soil temperature that can be 10–20°C warmer than a bare, worked seedbed. Even in a mild winter, such as in 1982–1983, winter survival was improved from 50% to about 80% by seeding directly into stubble, and yields were increased by 88% and 57% on winter wheat stubble and chemical fallow, respectively.

The Chemistry and Biology Research Institute has established cooperative field studies with the Ottawa Research Station and the Kemptville College of Agricultural Technology to determine optimum seeding dates and rates for winter survival and yield of newly released cultivars in eastern Ontario. Controlled-environment screening tests identified a cultivar, Lutescens 329, with superior icing tolerance, that will be used in breeding programs for the development of more stress-resistant winter wheats. *Sclerotinia* species from over 100 fungal isolates were tested for pathogenicity under controlled-environment conditions, and a method was developed to effectively screen large populations of winter cereals for resistance to snow mold diseases.

The Winnipeg Research Station monitors the occurrence of wheat rusts across Western Canada. Plots of old susceptible cultivars, such as Red Bobs and Marquis, were grown at various locations in the west. These cultivars were heavily infected with wheat stem rust in Manitoba and Saskatchewan in 1983, indicating a potential epidemic, with heavy losses. However, commercial cultivars such as Benito, Columbus, Neepawa, Sinton, and Glenlea are resistant, and no stem rust damage occurred in these cultivars, nor in the durum wheats. Leaf rust developed early in 1983 and spread much farther west than usual. In some late fields of Neepawa in Manitoba, leaf rust caused early defoliation and reduced yields.

The effect of various farm practices on the frequency of head scab on wheat, caused by the fungus *Fusarium graminearum*, was studied at Harrow. Twenty-nine farms in Lambton County were surveyed for farm management practices and for the subsequent frequency of diseased heads. Although disease frequency was generally low, it was six to seven times greater when the previous crop was maize than when it was wheat, barley, oats, or soybeans. Nitrogen fertilizer applied at a rate of 90 kilograms or less per hectare resulted in a disease frequency that was twice as high as it was when a higher rate of nitrogen fertilizer was applied. Fields with many weeds had twice as much disease as fields with few

Wheat plots established at Lennoxville illustrate the importance of adequate fertilization in improving yield.

Des parcelles de blé cultivées à Lennoxville illustrent l'importance d'une fertilisation adéquate pour améliorer le rendement.

20 et de 32 % respectivement à ceux obtenus lorsque ces cultivars étaient ensemencés le 25 septembre et le 5 octobre. Les avantages retirés d'un ensemencement plus tôt à l'automne sont probablement dus à un meilleur développement des racines et à une maturité plus précoce.

À Nappan, on a également ensemencé chaque semaine, pendant 8 semaines à partir du 26 août, deux cultivars de blé d'hiver (Lennox et Vuka). Les rendements du blé ensemencé au cours des 4 premières semaines ont augmenté de 19 % pour le Lennox et de seulement 2 % pour le Vuka.

Des expériences menées à Lethbridge pendant 12 ans ont démontré que pour optimiser les rendements des céréales de printemps, les agriculteurs du sud de l'Alberta doivent les ensemencer en avril. Ils peuvent également les ensemencer plus tôt sans perte de rendement, ce qui leur permet de répartir le travail aux champs sur une période plus longue. Cependant, l'érosion éolienne peut causer de lourds dommages aux céréales semées trop tôt dans des champs non protégés. Ces 12 années de recherches ont également démontré que les blés tendres d'hiver qui ne survivent pas dans le sud de l'Alberta lorsqu'ils sont ensemencés en automne peuvent être soumis à la vernalisation au champ lorsqu'ils sont plantés en février ou au début de mars. Ces cultivars tendres servent à différencier les races pathogènes d'organismes nuisibles, comme les champignons du charbon, dans les champs d'essais de Lethbridge.

Par ailleurs, des essais effectués à Melfort ont prouvé que le blé d'hiver a une meilleure chance de survie lorsqu'il est ensemencé dans les chaumes ou les jachères chimiques sans travail du sol. En effet, le chaume non travaillé permet à la neige de former une couche protectrice plus uniforme dans les champs et de maintenir la température du sol de 10 à 20 °C au-dessus de celle des lits de semence nus et travaillés. Même au cours d'un hiver très doux comme celui qu'on a connu en 1982–1983, la survie à l'hiver s'est améliorée de 50 à 80 % environ avec l'ensemencement des grains directement dans les chaumes et les rendements ont grimpé de 88 et 57 % respectivement dans les chaumes de blé d'hiver et les jachères chimiques.

L'Institut de recherches chimiques et biologiques a entrepris des études coopératives avec la station de recherches d'Ottawa et le *Kemptville College of Agricultural Technology* pour déterminer les dates et les taux optimaux d'ensemencement pour la survie à l'hiver et le rendement des cultivars nouvellement homologués dans l'est de l'Ontario. Au cours des essais de sélection en milieu contrôlé, on a découvert le Lutescens 329, un cultivar affichant une tolérance supérieure au verglas. Ce cultivar servira dans le cadre des programmes de sélection visant à créer des blés d'hiver plus résistants au stress. Les chercheurs ont également vérifié la pathogénicité du *Sclerotinia* en étudiant plus de 100 isolats fongiques en milieux contrôlés. Ils ont aussi mis au point une méthode plus efficace pour évaluer de grandes populations de céréales d'hiver pour la résistance à la moisissure nivale.

Les chercheurs de la station de recherches de Winnipeg étudient l'incidence des rouilles du blé dans l'Ouest canadien. On a donc ensemencé des parcelles avec d'anciens cultivars sensibles comme le Red Bobs et le Marquis à différents endroits dans les Prairies. En 1983, ces cultivars ont été considérablement touchés par la rouille de la tige au Manitoba et en Saskatchewan, indiquant ainsi la possibilité d'une épidémie qui pourrait entraîner de lourdes pertes. Cependant, la rouille de la tige n'a causé aucune perte chez les cultivars commerciaux résistants (Benito, Columbus, Neepawa, Sinton et Glenlea), ni chez les blés durs. Par ailleurs, la rouille de la feuille s'est manifestée au début de 1983 et s'est répandue plus à l'Ouest que d'habitude. Au Manitoba, cette maladie a provoqué une défoliation précoce et a réduit les rendements dans les champs de Neepawa ensemencés tardivement.

Les chercheurs de la station de Harrow se sont penchés sur les effets de diverses pratiques culturales sur la fréquence de la fusariose causée par le champignon *Fusarium graminearum*, dans 29 exploitations agricoles du comté de Lambton. Malgré la faible incidence de la maladie, on a constaté qu'elle était de 6 à 7 fois plus élevée quand la culture précédente avait été du maïs plutôt que du blé, de l'orge, de l'avoine ou du soja. L'épandage d'engrais azotés à raison de 90 kilogrammes ou moins par hectare a doublé l'incidence de la maladie comparativement aux résultats obtenus avec des taux d'épandage d'azote plus élevés. Par ailleurs, les champs envahis de mauvaises herbes ont été deux fois plus atteints que ceux où ces dernières étaient peu nombreuses. On pourrait donc réduire considérablement les dommages causés par le *F. graminearum* en évitant d'ensemencer du blé après du maïs et en assurant une fertilisation azotée et un contrôle des mauvaises herbes appropriés.

Les spécialistes de la ferme expérimentale de Scott ont mené une étude à long terme sur l'efficacité comparée des herbicides contre la folle avoine dans les champs de blé après l'émergence de la mauvaise herbe: le diclofop-méthyl, le flamprop-méthyl, le difenzoquat et le barbane ont réduit le nombre de tiges de la folle avoine de 97, 82, 66 et 53 % respectivement et le poids frais de la mauvaise herbe de 99, 96, 86 et 47 % respectivement. Les hausses moyennes de rendement du blé ont varié de 15 (barbane) à 25 % (diclofop-méthyl).

À la station de recherches de Charlottetown, on a créé le Micmac, un cultivar d'orge à deux rangs. Dans les essais menés en Ontario, au Québec et dans les Maritimes, il a surpassé tous les autres cultivars à deux rangs pour le rendement et la précocité. En plus de ces caractéristiques souhaitables, les barbes de Micmac s'enlèvent facilement au moment de la récolte à la moissonneuse-batteuse. L'Association SeCan s'est vue accorder les droits de distribution du cultivar et elle procède actuellement à la multiplication des semences.

De leur côté, les chercheurs de la station de Winnipeg ont mis au point un nouveau cultivar d'orge à deux rangs (TR212) qui possède des systèmes enzymatiques uniques lui permettant d'être malté en deux fois moins de temps que les cultivars actuels à deux et à six rangs. Ce cultivar sera homologué et diffusé quand les essais à l'usine et les études des marchés en auront démontré l'acceptabilité auprès des malteries et des brasseries.

En 1983, l'orge Norbert, homologuée en 1980 par la station de Winnipeg, a montré une résistance supérieure à la rouille de la tige alors que cette maladie causait des dommages importants au Klages, un cultivar d'orge à deux rangs cultivé pour le maltage. Bien que le Klages, un cultivar originaire des États-Unis, ne soit pas recommandé dans les régions où sévit la rouille, il reste quand même très populaire auprès des agriculteurs en raison de la préférence marquée des malteries pour ce dernier. Ce secteur effectue actuellement des essais exhaustifs avec le Norbert qui pourrait éventuellement remplacer le Klages.

À Brandon, les travaux actuels sur la multiplication et la physiologie de l'orge visent surtout à créer des cultivars à deux et à six rangs résistants aux maladies, convenant au maltage et affichant un rendement et des caractéristiques agronomiques supérieurs aux cultivars actuellement disponibles. Ce programme conduira également à la création de nouveaux cultivars d'orges fourragères à rendement élevé. Par ailleurs, dans le cadre de ce nouveau programme de sélection, on a créé une population souche de lignées d'orge au sein de laquelle un croisement facilité par le caractère de stérilité mâle peut survenir et où l'on peut sélectionner pour la matière sèche et l'indice de récolte. On a effectué les croisements pour incorporer des caractères utiles comme le rayon réduit du xylème fonctionnel de l'entre-nœud sub-coronal et de grandes barbes, un caractère utile dans la production de cultivars tolérants à

weeds. Damage caused by *F. graminearum* could be substantially reduced by avoiding the planting of wheat after corn and by providing adequate nitrogen fertilization and weed control.

At the Scott Experimental Farm, a long-term study was conducted on the comparative efficacy of applying wild oat herbicides to wheat after emergence of the weed: diclofop-methyl, flamprop-methyl, difenzoquat, and barban reduced culms of wild oats by 97, 82, 66, and 53% and fresh weight of wild oats by 99, 96, 86, and 47%, respectively. Average yield increases of wheat ranged from 15% with barban to 25% with diclofop-methyl.

Micmac, a two-row barley, was developed at Charlottetown. In trials conducted in Ontario, Quebec, and the Maritime Provinces, it proved to be the highest yielding and earliest maturing two-row cultivar. In addition to these desirable characteristics, the awns of Micmac are readily removed when harvesting with a combine. The SeCan Association has been granted the distribution rights to the cultivar and is now in the process of increasing seed supplies.

A new two-row barley (TR212) developed at the Winnipeg Research Station has unique enzyme systems that allow it to be malted in less time than two- and six-row cultivars now in production. This cultivar will be licensed and released after further plant-scale testing and market development studies have proved its acceptability to the malting and brewing industries.

Norbert barley, licensed from the Winnipeg program in 1980, showed its superior resistance to stem rust in 1983 when Klages, the widely grown two-row malting cultivar, was severely diseased. Although not recommended for the rust area, Klages, which originated in the United States, is popular because it is currently favored by the malting industry. Norbert is undergoing extensive tests by the malting industry and may replace Klages over the next few years.

At Brandon, current research on barley breeding and physiology is aimed primarily at the development of two- and six-row disease-resistant malting cultivars superior in yield and agronomic characteristics to those now available. New, high-yielding feed barleys will be by-products of the program. A base population of barley lines was developed as part of the new barley-breeding program, in which male sterile-facilitated crossing can occur and selections can be made for dry matter and harvest index. Crosses were made to incorporate traits that are useful, such as reduced effective xylem radius in the subcrown internode and large awns, in producing drought-tolerant cultivars. New germ plasm from winter barleys was incorporated into lines adapted to the eastern prairies. These lines are available to other barley breeders.

Common root rot is an important disease of barley in Western Canada. A 3-year study conducted by the Saskatoon Research Station showed that the ranking of barley lines and cultivars for reaction to common root rot was similar at Beaverlodge and Saskatoon research stations, and at Fort Vermilion and Scott experimental farms. Levels of disease varied among years and locations. Also, of the two major causal organisms, *Fusarium culmorum* was isolated as often as or more often than *Cochliobolus sativus* from infected subcrown internodes from Beaverlodge; at the other locations *C. sativus* was isolated more frequently. Pathogenicity tests showed that there was no difference between fungi originating in the Peace River area and those from the southern prairies. The data suggest that selection for the resistance of common root rot in barley could be done at any location in Western Canada.

Surveys on barley disease conducted by the Winnipeg Research Station established that the incidence of loose smut and covered smut of barley increased in the period 1978–1982 compared with 1969–1977. A shift to a more virulent strain of loose smut was also detected.

At Brandon, barley seed with a higher protein content was obtained when the crop was grown at a lower population density. Protein content was also higher when the crop was grown in rotation, following a legume or green-manure crop, than when it was grown on summerfallow or in a continuous cereal-crop sequence with inorganic nitrogen fertilizer. Results of this study were made available to producers through crop recommendation bulletins and meetings.

Farmers often attempt to get a head start on spring work through the fall application of nitrogen fertilizers. However, in field experiments conducted by Lacombe scientists in north-central and central Alberta, fall applications of nitrogen at a rate of 50 or 56 kilograms per hectare gave significantly lower yield increases of barley than did spring applications. The inferiority of nitrogen applied in the fall has been traced to denitrification over the winter and to subsequent early spring losses of mineral nitrogen after the snow melts.

All conventional ammonium-based fertilizers are quickly converted to nitrate when broadcast and incorporated into soil, and become susceptible to losses by denitrification and leaching. Urea drilled into the soil 23 centimetres apart in the fall resulted in barley yields that were 180 kilograms per hectare higher than those for conventional, fall-incorporated urea, even though substantial denitrification occurred over the course of the winter. Delaying application until late October further improved the efficiency of fall-applied nitrogen.

When urea was placed in "chutkis" (a number of fertilizer granules placed together at one point in the soil) in the fall, grain yields were almost equal to those achieved with spring application. In recent trials the average increases in grain yield over 3 years in 13 field tests conducted in central Alberta were as follows: 810 kilograms per hectare for urea incorporated into soil in the fall; 1220 kilograms for urea banded in the fall (bands 45 centimetres apart); and 1530 kilograms for urea placed in "chutkis" in the fall. Nitrogen applied in the spring by incorporation into soil resulted in a increase in barley yield of 1680 kilograms per hectare.

Field surveys carried out by researchers at the Winnipeg Research Station showed that oat stem rust and crown rust were prevalent throughout Manitoba and eastern Saskatchewan in 1983. In the most severely rust-affected areas of Manitoba, fields of susceptible cultivars that were sown later suffered nearly 100% yield losses, whereas fields of Fidler, released to growers in 1980 and making up about one-half of the fields surveyed, were not damaged by rust.

The Animo and Kodiak cultivars of fall rye were sown at eight seeding dates at Nappan beginning on 26 August and at weekly intervals thereafter. Early seeding of fall rye contributed to significant increases in grain yield. The average yield for the first four seeding dates of Animo rye was 27% higher than for the last four dates, whereas for Kodiak it was 51% higher. Thus, early seeding of fall rye appeared to be critical.

The short-season corn-breeding program at the Ottawa Research Station continues to be highly productive, as evidenced by the licensing of three hybrids for Ontario's 2500 corn heat unit (CHU) zone and one for Manitoba's 2200 CHU zone. Progress was also made in root and stalk strength and yield increase.

At Saint-Jean, three corn lines (CSJ) with broad genetic diversity were developed through the gene transfer of resistance to corn borer and to disease. Seed from these lines is available to other corn breeders. The CSJ-1 line is characterized by its early development, resistance to corn borer, and good recombination traits for breeding and hybridization.

At Brandon, researchers working on the persistence of EPTC[+] for weed control in corn concluded that spring treatments

la sécheresse. On a également incorporé un nouveau patrimoine génétique provenant d'orges d'hiver dans les lignées acclimatées à l'est des Prairies. Les autres sélectionneurs d'orge peuvent se procurer ces lignées.

La pourriture commune des racines est une importante maladie de l'orge dans l'ouest du Canada. Une étude de 3 ans menée par la station de recherches de Saskatoon a montré que la réaction des lignées et des cultivars d'orge à cette maladie était la même que lors des essais menés à la station de Beaverlodge et aux fermes expérimentales de Fort Vermilion et de Scott. Cependant, l'incidence de la maladie a varié selon les années et les endroits. Par ailleurs, à la station de Beaverlodge, des deux principaux agents d'infection dans l'entre-nœud sub-coronal, soit le *Fusarium culmorum* et le *Cochliobolus sativus*, on a isolé le premier aussi sinon plus souvent que le second. Cependant, le second a été isolé plus fréquemment aux autres établissements de recherches. Les essais sur la pathogénicité ont montré qu'il n'y avait aucune différence entre les champignons provenant de la région de la Rivière-de-la-Paix et ceux provenant du sud des Prairies. On peut donc en conclure que la sélection pour la résistance à la pourriture commune des racines chez l'orge pourrait être menée n'importe où dans l'Ouest.

Les expériences effectuées sur les maladies de l'orge à la station de recherches de Winnipeg ont permis d'observer une hausse de l'incidence du charbon nu et du charbon couvert de 1978 à 1982, comparativement à 1969–1977, et de dépister une souche plus virulente du premier.

À Brandon, on a obtenu des grains d'orge à teneur plus élevée en protéines en cultivant cette céréale en faible densité de peuplement ou en rotation avec une légumineuse ou un engrais vert, qu'en la cultivant à la suite d'une jachère ou en monoculture continue avec une fertilisation azotée. Les résultats de ces travaux ont été communiqués aux agriculteurs par le biais de publications spécialisées et de réunions.

Les agriculteurs essaient souvent de s'avancer dans leur travail du printemps en épandant les engrais azotés à l'automne. Cependant, au cours d'expériences menées à la station de Lacombe dans le centre-nord et le centre de l'Alberta, on a observé que l'épandage automnal d'azote à raison de 50 ou 56 kilogrammes par hectare donnait des hausses de rendement beaucoup plus faibles que l'épandage printanier. Cette baisse de l'efficacité de l'azote appliqué à l'automne découle de la dénitrification qui survient pendant l'hiver et du lessivage de l'azote minéral lors de la fonte des neiges.

Tous les engrais traditionnels à base d'ammonium se transforment rapidement en nitrate lorsqu'ils sont épandus à la volée ou incorporés dans le sol et risquent davantage d'être perdus par dénitrification et lessivage. L'urée, enfouie en bandes espacées de 23 cm à l'automne, a donné une hausse du rendement en orge de 180 kilogrammes par hectare comparativement à l'épandage traditionnel et ce, malgré un taux élevé de dénitrification hivernale. Par ailleurs, le report de l'épandage à la fin d'octobre a davantage augmenté l'efficacité de l'azote.

L'épandage de l'urée en poquets (un certain nombre de granules d'engrais enfouis ensemble en un point dans le sol) à l'automne a donné des rendements en grain égalant presque ceux de l'épandage printanier. Au cours d'essais menés récemment, pendant 3 ans, dans 13 champs du centre de l'Alberta, les hausses moyennes du rendement en grain étaient les suivantes: 810, 1 220 et 1 530 kilogrammes par hectare respectivement pour l'urée incorporée, épandue en bandes (45 cm entre les bandes) et placée en poquets. L'azote incorporé dans le sol au printemps a donné une hausse de rendement en orge de 1 680 kilogrammes par hectare.

Les essais aux champs menés par les chercheurs de la station de Winnipeg ont montré qu'en 1983, la rouille de la tige et de la couronne étaient les maladies de l'avoine les plus répandues au Manitoba et dans l'est de la Saskatchewan. Dans les régions du Manitoba les plus durement touchées, la rouille a causé des pertes quasi totales de rendement dans les champs ensemencés tard avec des variétés sensibles. Cependant, la maladie n'a entraîné aucune perte de rendement dans les champs ensemencés avec le Fidler, un cultivar homologué et distribué aux céréaliculteurs en 1980, lequel occupait la moitié des champs étudiés.

À Nappan, on a ensemencé les seigles d'automne Animo et Kodiak à huit dates différentes et à une semaine d'intervalle, à partir du 26 août. L'ensemencement précoce a donné des hausses significatives du rendement en grain. Les rendements moyens pour les quatre premières dates d'ensemencement de l'Animo et du Kodiak dépassaient de 27 et de 51 % respectivement ceux obtenus avec les semis plus tardifs. L'ensemencement précoce du seigle d'automne semble donc très avantageux.

Le programme de sélection du maïs hâtif mis en œuvre à la station de recherches d'Ottawa donne toujours des résultats très fructueux, comme le prouve l'homologation de trois hybrides pour la zone de maïs de 2 500 unités thermiques en Ontario et pour la zone du maïs de 2 200 unités thermiques au Manitoba. Ces travaux ont également permis d'accroître la force des racines et de la tige, ainsi que le rendement.

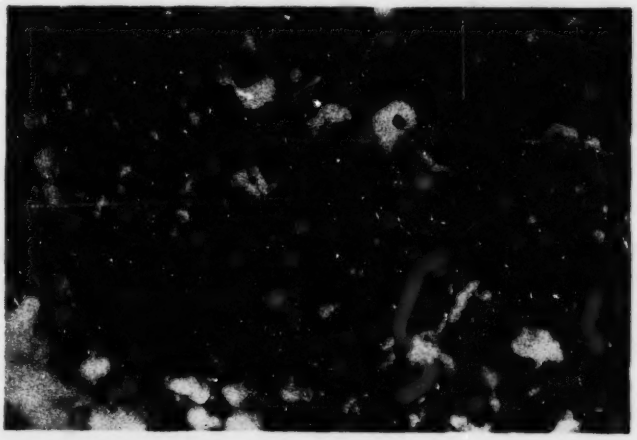
Les chercheurs de Saint-Jean ont mis au point trois lignées de maïs (CSJ) caractérisées par la richesse de leur patrimoine génétique obtenu par le transfert des gènes de la résistance à la pyrale et aux maladies. Les multiplicateurs peuvent maintenant se procurer les semences de ces lignées. La lignée CSJ-1 se caractérise par son développement hâtif, sa résistance à la pyrale et une bonne recombinaison des caractères pour la sélection et l'hybridation.

Les chercheurs de la station de Brandon qui ont travaillé sur la rémanence de l'EPTC^{+}, un herbicide employé dans les champs de maïs, ont conclu que les traitements printaniers sont plus efficaces que l'application automnale parce que cet herbicide n'est pas aussi actif pendant l'hiver. Par ailleurs, on a essayé plusieurs nouvelles méthodes pour combattre les graminées adventices et les mauvaises herbes à feuilles larges dans les champs de maïs. Ces nouvelles pratiques consistent à incorporer dans le sol ou à appliquer après l'émergence des herbicides moins rémanents que l'atrazine. Quant à l'évaluation des nouveaux herbicides appliqués dans les champs d'orge et d'autres cultures céréalières, on a découvert que le WL 43423, un isomère actif du flamprop-méthyl, est plus efficace que ce dernier pour lutter contre la folle avoine. Par ailleurs, l'AC 222293, un isomère du diphenzoquat, combat mieux la folle avoine que ce dernier dans les champs de blé et d'orge. On s'est également rendu compte qu'on pouvait mélanger l'AC 222293 avec plusieurs herbicides utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes à feuilles larges. Les résultats de ces travaux serviront à formuler des recommandations pour l'homologation et à mettre au point des méthodes plus rentables de lutte contre les mauvaises herbes à l'intention des producteurs.

Oléagineux

Les oléagineux sont une source d'énergie et de protéines dans l'alimentation de l'homme et des animaux. Les techniques d'extraction de l'huile sont économiques et bien au point. Les huiles végétales, qui, par unité de poids, sont plus riches en énergie que les glucides, servent à la fabrication des aliments et sont utilisées à d'autres fins. Par ailleurs, le tourteau a une teneur protéique relativement élevée et une bonne valeur nutritive, ce qui en fait un ingrédient important dans les aliments du bétail. Les protéines extraites des oléagineux peuvent aussi servir à l'alimentation humaine.

were more effective than fall applications because this herbicide is not as active over the winter. In addition, several new weed-control methods for grassy and broad-leaved weeds in corn were supported. These weed-control methods use soil-incorporated or post-emergence herbicides, which are less persistent in the soil than atrazine. In the evaluation of new herbicides for use on barley and on other small grain crops, WL 43423, an active isomer of flamprop-methyl, gave better control of wild oats than did flamprop-methyl. AC 222293, an isomer of difenzoquat, provided better control of wild oats than did difenzoquat for wheat and barley. Mixtures of several broad-leaved herbicides with AC 222293 were found to be compatible. Results of this research will be used in making recommendations for registration and in the development of cost-effective weed-control methods for producers.



Fluorescence microscopy is used to localize the oil droplets (bright yellow areas) in canola press cakes.

La microscopie à fluorescence est utilisée pour localiser les gouttelettes d'huile (zones jaune vif) dans les tourteaux pressés de canola.

Oilseeds

Oilseeds provide energy and protein for animal and human nutrition. Oil extraction technology is well established and economical. Vegetable oils, which on a unit-weight basis provide more energy than carbohydrates, are used in food and other industries. The residual oilseed cake or meal has a relatively high protein content of good nutritional quality and is an important component of animal feeds. Oilseed protein is also processed into food-grade material.

In Canada, 3.5 million hectares of oilseed crops were grown in 1983, with total farm cash receipts of approximately $1.1 billion. Canola oil supplies about 50% of Canadian requirements for vegetable oil, and canola meal provides an important amount of the protein in animal feeds. However, large quantities of soybean meal and soybeans are imported annually to meet the demands of the feed and food industries. To reduce imports, the yield per hectare of all oilseed crops has been increased through the development of new cultivars that offer better yields and better disease resistance. At the same time, oilseed crops have been grown over wider areas because new high-yielding cultivars ripen earlier and can be grown in cooler regions.

Research on oilseed crops in the Branch is conducted mainly at Ottawa, Harrow, Morden, and Saskatoon, with other stations making valuable contributions. These programs are complemented by research done under contract and through grants at universities or in the private sector. Cooperation with provincial departments of agriculture and with associations of producers also improves the effectiveness of efforts. All this research is designed to provide the information and technology needed to keep Canadian oilseed crops competitive in domestic and export markets.

Research accomplishments

At Harrow, growth-chamber experiments were conducted with 10 soybean cultivars and 12 strains of root-nodule bacteria, both with and without the presence of a moderate amount of nitrate. There were appreciable differences among cultivars and among strains, but there was no interaction between strains and cultivars. However, there were highly significant interactions between bacterial strains and nitrate level, as well as between cultivars and nitrate level in number and activity of nodules. It should therefore be possible to select strains and cultivars that are able to form bigger and better nodules in the presence of nitrate. Selection of better strains may be of academic interest, because it is difficult to replace, with a new line, a strain that is established in the soil. Selection of cultivars with better nodulating ability is a more realistic goal, which could be incorporated in the breeding program.

Recent success with soybean production in Manitoba reflects the results of cooperative research in breeding and management at the Ottawa and Brandon stations. In 1983, three cultivars developed in Ottawa in the Group 000 category (earliest maturing cultivars) were the top performers in the 1000 advance tests (cooperative test for the earliest cultivars) in Western Canada. These cultivars fall within the maturity rating of Maple Amber and Maple Presto but are superior to these two cultivars in yield and other desirable agronomic characteristics.

At Brandon, soybeans responded well to phosphorus and, as with flax, the best response was obtained when the phosphorus was placed directly below the seed, rather than with it, side-banded, or broadcast. In crop rotation studies, soybeans proved to be an effective green manure crop. Barley produced higher yields with higher protein content when it was grown after soybeans that were used as a green manure crop than when it was grown on summerfallow or in a continuous barley sequence with inorganic nitrogen fertilizer. When barley was grown after soybeans that were harvested for seed, 30–50% less fertilizer nitrogen was required to produce a yield and protein content similar to that of barley grown in a continuous sequence for 3 successive years.

Researchers in Winnipeg showed that early flea beetle attacks on canola seedlings can increase the chlorophyll content of harvested seeds, thus reducing the quality of canola for oil extraction. This emphasizes the importance of controlling seedling attack.

Studies on yield losses carried out by the Winnipeg Research Station in commercial canola fields showed that each bertha armyworm larva can reduce grain yield by 0.325 gram. With the use of this information and the cost of control and commodity price, a cost-benefit break-even point can be calculated to assist growers in deciding when control measures are cost-effective.

Extensive field testing of insecticides for the control of flea beetles in canola indicated that in-furrow granular treatments provided a period of control that was long enough to give a positive yield response. The effectiveness of in-furrow granular insecticides was decreased by seed treatment fungicides applied separately or as part of a dual-purpose dressing, thus indicating a deleterious interaction.

Au Canada, on a cultivé 3,5 millions d'hectares d'oléagineux en 1983, pour une valeur totale d'environ 1,1 milliard de dollars. La récolte de canola répond à presque 50 % de notre demande en huile végétale et son tourteau fournit une imposante quantité de protéines pour l'alimentation du bétail. Toutefois, un tonnage considérable de graines et de tourteau de soja est importé chaque année pour satisfaire à la demande des industries de l'alimentation humaine et animale. Pour réduire ces importations, on a accru le rendement par hectare de tous les oléagineux par la création de cultivars à rendement supérieur, plus résistants aux maladies. En même temps, l'entrée en production de nouveaux cultivars précoces, mieux adaptés aux régions froides, a élargi l'aire de culture des oléagineux.

La recherche sur les oléagineux se déroule surtout à Ottawa, Harrow, Morden et Saskatoon, sans compter l'apport d'autres établissements ni les travaux contractuels ou subventionnés, confiés aux universités ou aux entreprises privées. Tous ces travaux bénéficient de la collaboration des ministères provinciaux et des associations de producteurs. Leur principal objectif est de fournir les renseignements et les connaissances techniques nécessaires pour préserver la position concurrentielle des oléagineux canadiens sur les marchés intérieurs et étrangers.

Réalisations

À Harrow, on a mené des expériences en chambre de croissance avec 10 cultivars de soja et 12 souches de bactéries des nodosités radiculaires, avec ou sans l'ajout de quantités modérées de nitrate. On a noté des différences sensibles entre les cultivars et les souches, sans toutefois observer d'interaction entre ces deux groupes. Cependant, on a observé d'importantes interactions entre les lignées bactériennes et le taux de nitrate ainsi qu'entre les cultivars et ce dernier, tant pour le nombre que pour l'activité des nodosités. On peut donc désormais sélectionner des lignées et des cultivars capables de former des nodosités plus grosses et meilleures en présence de nitrate. La sélection de meilleures souches bactériennes peut ne présenter qu'un intérêt abstrait, puisqu'il est difficile de remplacer une souche bien établie dans le sol par une nouvelle. Cependant, la sélection de cultivars présentant une meilleure aptitude à former des nodosités est un but plus réaliste que le programme de sélection pourrait envisager.

Les progrès récents réalisés dans la production de fèves de soja au Manitoba reflètent les résultats de recherches coopératives sur la sélection et les pratiques culturales menées aux stations d'Ottawa et de Brandon. En 1983, trois cultivars mis au point à Ottawa dans la catégorie Groupe 000 (cultivars les plus hâtifs) ont donné les meilleurs rendements dans les essais avancés de la catégorie 1000 (essais coopératifs des cultivars les plus précoces) dans l'ouest du Canada. Ces cultivars, qui se rangent dans la même catégorie que le Maple Amber et le Maple Presto quant à la précocité, surpassent ces deux derniers en terme de rendement et pour d'autres caractères agronomiques souhaitables.

À Brandon, le soja a bien réagi à l'application de phosphore et, tout comme avec le lin, les meilleurs résultats ont été obtenus quand on a enfoui cet élément directement sous les graines, plutôt qu'avec elles, en bandes ou à la volée. Dans les études sur la rotation des cultures, le soja s'est montré très efficace comme engrais vert. Par ailleurs, l'orge cultivée après le soja utilisé comme engrais vert a donné des rendements et une teneur protéique plus élevés que lorsqu'elle est ensemencée après une jachère ou en monoculture continue avec des applications d'azote minéral. D'autre part, l'orge cultivée après du soja récolté pour ses graines a nécessité de 30 à 50 % moins d'engrais azotés pour donner un rendement et une teneur protéique semblables à ceux de l'orge cultivée en monoculture continue pendant 3 années successives.

Les chercheurs de la station de Winnipeg ont démontré que les attaques précoces des altises sur les plantules de canola peuvent accroître la teneur en chlorophylle des graines récoltées, réduisant ainsi leur qualité pour l'extraction de l'huile. Ces résultats soulignent ainsi l'importance d'empêcher ces insectes de s'attaquer aux plantules.

Par ailleurs, des études sur les pertes de rendement conduites par les chercheurs de la station de recherches de Winnipeg dans les champs commerciaux de canola ont révélé que chaque légionnaire bertha peut réduire le rendement en grain de 0,325 grammes. En tenant compte de ces données, du coût des insecticides et du prix des produits agricoles, il est possible de calculer le point d'équilibre entre les coûts et les profits pour aider les producteurs à déterminer le moment où l'application d'insecticides devient rentable.

Par ailleurs, des essais exhaustifs d'insecticides pour lutter contre les altises dans les champs de canola ont révélé que l'application de granulés dans le sillon protège les plantes suffisamment longtemps pour accroître les rendements. Cependant, le traitement des semences avec un fongicide seul ou dans un mélange à double action a diminué l'efficacité des granulés appliqués dans la ligne de semis, révélant ainsi une interaction nuisible.

Au cours d'essais effectués à Melfort, on a éliminé la moutarde des champs et le tabouret des champs dans deux lignées de canola résistantes aux triazines par des traitements à la cyanazine et la métribuzine appliquées après l'émergence, à raison de 1 à 1,5 et de 0,2 à 0,3 kilogramme par hectare respectivement, ou avec un mélange de trifluraline et de métribuzine appliqué à raison de 1,1 et de 0,5 kilogramme par hectare respectivement et incorporé dans le sol avant l'ensemencement. Ces résultats montrent qu'il est possible de cultiver du canola résistant aux triazines dans les champs infestés de mauvaises herbes sensibles à cet herbicide.

La station de recherches de Saskatoon a mis au point une méthode pour traiter la moutarde de l'Inde, *Brassica juncea*, avec de l'ammoniaque ou de l'hydroxyde d'ammonium au cours de l'étape de dissolution-grillage de l'extraction commerciale de l'huile, laquelle réduit de 90 % la teneur en glucosinolate. Le tourteau qui en résulte a une teneur résiduelle en glucosinolate de moins de 30 micromoles par gramme, soit à peu près la même que pour le tourteau de colza. Le tourteau de moutarde pourrait donc être utilisé dans l'alimentation des bestiaux sans problème d'appétabilité ou de toxicité. Ainsi, le tourteau résultant de la production d'huile industrielle, riche en acide érucique, peut maintenant être utilisé pour l'alimentation animale. Récemment, on a découvert des moutardes à faible teneur en acide érucique. On est également en train de mettre au point un cultivar de moutarde résistant à la sécheresse, moins sensible à l'égrenage et plus résistant à la maladie et aux gelées tardives printanières, qui sera cultivé pour l'extraction de l'huile comestible. Par ailleurs, des traitements à l'ammoniaque visant à réduire la teneur en glucosinolate du tourteau suffiront à neutraliser la dernière difficulté.

Les travaux de recherches sur le tournesol menés à la station de Brandon ont débouché sur l'homologation et la recommandation de quatre nouveaux hybrides. Les études de population ont également donné lieu à des modifications aux recommandations sur la densité des peuplements afin d'obtenir des rendements maximaux de tournesol cultivé pour l'extraction de l'huile et pour la confiserie, au Manitoba. Des recherches sur les herbicides ont mené à l'homologation du séthoxydime pour lutter contre les mauvaises herbes herbacées et les céréales spontanées dans les cultures de lin, de canola et de soja. Ce produit a connu une très forte popularité auprès des producteurs. On a par ailleurs mis au point des mélanges moins coûteux de trifluraline et de métribuzine destinés à combattre une plus vaste gamme de mauvaises herbes dans les champs

At Melfort, tests showed that mustard and stinkweed growing in two lines of triazine-tolerant canola were controlled by cyanazine and metribuzin applied after emergence at a rate of 1.0–1.5 and 0.2–0.3 kilograms per hectare, respectively, or by a mixture of trifluralin and metribuzin applied at a rate of 1.1 and 0.5 kilograms per hectare, respectively, and incorporated into the soil before planting. These findings will allow producers to grow triazine-tolerant canola on land that is infested with these triazine-controllable weeds.

The Saskatoon Research Station has developed a method of treating brown or oriental mustard, *Brassica juncea*, with ammonia or ammonium hydroxide during the desolventizing–toasting step of commercial oil extraction, which reduces the glucosinolate content by 90%. The resulting meal has a residual glucosinolate content of less than 30 micromoles per gram, which is similar to that of rapeseed meal. This should enable mustard meal to be used in animal-feed stocks without problems of palatability or toxicity. Thus, mustard meal resulting from the production of industrial oil, which is high in erucic acid, can now be used for animal feed. Recently, sources of mustard that is low in erucic acid have been discovered. Mustard that is more drought-tolerant, less susceptible to shattering, and more resistant to disease and to late spring frost is being developed as an edible oil crop. Treatment with ammonia to reduce the glucosinolate content in the meal removes the remaining constraint.

Research on sunflowers at Brandon supported the licensing and recommendation of four new hybrids. Population studies also supported changes to the recommendations on plant populations for maximum yields of oil and confectionery sunflowers in Manitoba. In herbicide research, sethoxydim was registered for the control of grassy weeds and volunteer cereals in flax, canola, and soybeans. This product has met with eager acceptance by producers. Low-cost mixtures of trifluralin and metribuzin were developed for broad-spectrum weed control in soybeans for farmers' use. Research was completed to show that adjuvants improved the herbicidal activity of sethoxydim.

Morden 12, an early maturing hybrid sunflower, was released by the Morden Research Station. Although it yields about 5% less than most of the currently grown hybrids, Morden 12 matures about 6 days earlier. This should contribute to an extension of sunflower production into areas north and west of the traditional sunflower-growing region. Morden 12 is also large-seeded, so that dehulling and oil extraction should be more efficient.

Technology was also developed at Morden for chemical desiccation of sunflowers with diquat to permit earlier harvesting. Diquat hastened drying and advanced harvest by up to 26 days, depending on weather conditions. Applications made after achene moisture content dropped below 45% had no detrimental effect on yield or quality. Earlier harvesting permits more time for cultivation and lessens the risk of damage by birds and spread of disease. A drier plant gives cleaner and drier seed, and enables faster and easier harvesting with a combine.

NorMan, a new flax cultivar, was developed at the Morden Research Station. This cultivar combines high yield with mid-early maturity and high content of fair-quality oil. It is best adapted to the Black and Brown soil zones of the prairies. NorMan is immune to rust because of specific resistance conditioned by one or two genes. It also possesses a high level of postseedling resistance that should provide adequate protection against new virulent rust races that could develop, thus increasing the durability of the cultivar. Because of their high yields, NorMan and NorLin, the latter released in 1982, are expected to replace Culbert and Linott grown on more than 182 500 hectares in 1982. Because of their early maturity, NorMan and NorLin may also replace some production of the highly popular Dufferin.

Forages

A broad range of grass and legume forage crops are grown on 9 million hectares of cultivated land in Canada. These areas are supplemented by about 23 million hectares of rangeland and wild pasture, located mainly in Western Canada.

The future requirement for forage crops depends on expansion of the livestock industry to meet the demands of an increasing population. Because forages represent about 70% of the feed requirements of beef cattle, forage production must expand correspondingly. This increased demand can now be met by intensifying production in the regions already farmed. Reseeding native grasslands with improved forage species and using cultivated land (now left for tame hay and pasture) for forage production are feasible if management practices are upgraded. In the longer term, however, if grain and specialty crops take precedence on land currently used for forages, forage production may have to be expanded to more remote land.

Forage crop research includes breeding and evaluating new cultivars and developing management techniques that improve production of crops and livestock. Research is conducted at 18 research stations, thereby ensuring that national and regional needs are met. Canadian farmers can therefore choose from a wide variety of forage crop species. Although alfalfa and timothy can be considered the most popular crops, other species are sometimes better adapted to particular conditions of soil and climate.

Research accomplishments

Signal, a smooth bromegrass cultivar, was released by the Saskatoon Research Station in 1983. This marks the culmination of a 15-year cycle of selection and testing in cooperation with the Melfort Research Station and the Indian Head Experimental Farm. Breeding for Signal was directed particularly at the improvement of seed characteristics of bromegrass using the Magna cultivar as a base. Signal's seed yields in the prairie region were 17% above

The introduction of more productive species, adequate fertilization, and rotational grazing improves productivity and provides good forage to cattle on Gray Wooded soil pastures.

L'utilisation d'espèces végétales plus productives, une fertilisation suffisante et la rotation de la paissance concourent à améliorer la productivité et la qualité des fourrages pour les bovins en pâture sur les sols gris forestiers.

de soja. En outre, les travaux visant à démontrer que les adjuvants favorisent l'action herbicide du séthoxydime sont terminés.

La station de recherches de Morden a diffusé le Morden 12, un hybride hâtif de tournesol. Bien que ce dernier donne un rendement inférieur de 5 % à celui des hybrides couramment cultivés, il présente l'avantage de parvenir à maturité 6 jours plus tôt. On pourra donc étendre la production au nord et à l'ouest des zones traditionnelles de culture de tournesol. Par ailleurs, les grosses graines du Morden 12 se prêtent mieux au dépelliculage et à l'extraction de l'huile.

Pour accélérer la récolte, les chercheurs de Morden ont également mis au point un traitement au diquat pour le défanage chimique des tournesols. Le diquat accélère le séchage et avance la récolte de près de 26 jours, selon les conditions météorologiques. L'application de diquat quand la teneur en eau des akènes est inférieure à 45 % ne nuit en rien au rendement ni à la qualité. Par ailleurs, une récolte hâtive permet de consacrer plus de temps au travail du sol et diminue les risques de dommages causés par les oiseaux et les maladies. Une plante plus sèche donne aussi des graines plus propres et plus sèches, ce qui accélère et facilite la récolte.

Les chercheurs de la station de recherches de Morden ont également créé le NorMan, un nouveau cultivar de lin. Ce cultivar mi-hâtif allie un rendement supérieur à une teneur élevée en huile d'assez bonne qualité. Il est particulièrement bien adapté aux zones de sols noirs et bruns des Prairies. Le NorMan possède un ou deux gènes qui lui confèrent une résistance particulière à la rouille. Ce cultivar présente également une forte résistance au stade post-plantule qui lui assurera une protection suffisante contre l'apparition possible de nouvelles races virulentes de rouille et prolongera ainsi sa durée d'utilisation. En raison de leur rendement élevé, le NorMan et le NorLin, ce dernier homologué en 1982, devraient succéder au Culbert et au Linott lesquels couvraient plus de 182 500 hectares en 1982. En raison de leur précocité, ces deux cultivars pourraient également gagner du terrain sur le très populaire cultivar Dufferin.

Fourrages

Au Canada, 9 millions d'hectares de terres cultivées servent à la production d'un vaste éventail de graminées et de légumineuses. À cela s'ajoutent environ 23 millions d'hectares de parcours et de pâturages naturels situés surtout dans l'Ouest.

Les besoins futurs du pays en matière de cultures fourragères dépendront de l'expansion que prendra le secteur de l'élevage face à la demande d'une population sans cesse croissante. Comme les fourrages constituent environ 70 % de la ration du bovin de boucherie, la production devra croître en conséquence. Dans l'immédiat, il est possible de combler nos besoins en fourrage en intensifiant la production dans les régions déjà exploitées. À condition d'améliorer les méthodes culturales, on pourrait maintenant ressemer les pâturages naturels avec des espèces améliorées et utiliser pour la production fourragère les prairies artificielles et les pâturages. À plus long terme, il faudra cependant étendre la culture fourragère à des terres plus éloignées si les céréales et les cultures spéciales obtiennent la préférence sur les fourrages.

La recherche sur les fourrages comprend l'amélioration génétique et l'évaluation de nouveaux cultivars de même que la mise au point de techniques d'exploitation susceptibles d'améliorer la production végétale et animale. Les travaux se déroulent dans 18 établissements, ce qui permet de répondre aux impératifs tant de l'ensemble du pays que de chacune des régions. Les agriculteurs canadiens peuvent choisir parmi une grande variété d'espèces fourragères et, bien que la luzerne et la fléole soient sans doute les cultures les plus en vogue, d'autres espèces sont parfois mieux adaptées à des conditions particulières du sol et du climat.

Réalisations

En 1983, la station de recherches de Saskatoon a fait homologuer le Signal, un cultivar de brome. Cette homologation marque le point culminant de 15 années de sélection et d'essais en collaboration avec la station de recherches de Melfort et la ferme expérimentale d'Indian Head. La sélection visait surtout à améliorer les caractères de la semence de brome en utilisant le Magna comme cultivar de base. Dans les Prairies, les rendements en semences du Signal ont dépassé de 17 % ceux du Carlton, le cultivar le plus couramment utilisé actuellement. Les spécialistes cherchaient en outre à accroître la grosseur des grains afin d'en faciliter le nettoyage et l'ensemencement au semoir. Les poids des grains en kilogrammes par hectolitre s'élevaient à 21,4 pour le Signal, comparativement à 20,1 et 19,9 respectivement pour le Carlton et le Magna. On a également remarqué une amélioration de la résistance à la cécidomyie de la graine de brome. Les derniers tests ont surtout établi la similitude des rendements fourragers du Signal, du Magna et du Carlton. Par ailleurs, des essais menés en Ontario ont montré que les rendements en foin du Signal atteignaient 93 % de ceux des meilleurs cultivars utilisés dans le sud de la province tandis que d'autres essais effectués dans les provinces de l'Atlantique ont montré un rendement égal à 97 % de celui des autres cultivars. Ce nouveau cultivar devrait donc intéresser particulièrement les multiplicateurs et les distributeurs de semences de l'Ouest. L'Association SeCan a distribué 1 300 kilogrammes de semences fondation en 1983 et on récoltera les semences certifiées en 1984.

À Charlottetown, les recherches ont montré que les ray-grass annuels Italian et Westerwolds se comportent fort bien dans la région de l'Atlantique et qu'on peut les cultiver avec succès comme pâturage et comme fourrage à entreposer. Ces cultivars produisent une importante masse radiculaire dans la zone labourée, ce qui augmente la matière organique dans le sol ainsi que la stabilité des agrégats. En outre, ces deux cultivars présentaient moins de lésions aux racines causées par des nématodes (*Pratylenchus* sp.) que le trèfle rouge ou la fléole au cours des 4 années d'études. Par conséquent, les agriculteurs qui souhaitent recourir à la rotation des cultures en alternant des pommes de terre avec une culture fourragère par exemple peuvent choisir le ray-grass annuel plutôt que le mélange traditionnel de trèfle rouge et de fléole. Cette pratique devient d'ailleurs de plus en plus populaire chez les agriculteurs de l'Île-du-Prince-Édouard.

Les tests d'évaluation menés à Brandon viennent appuyer la recommandation aux producteurs de la luzerne Hunter. En 1982–1983, un hiver relativement doux entrecoupé de gels a gravement endommagé les cultures de luzerne. Les observations aux champs ont révélé que les parcelles bien fertilisées ont subi moins de dommages que celles qui ne l'étaient pas ou trop peu.

Pendant 5 ans, les chercheurs de Lethbridge ont étudié l'effet de la lutte contre le pissenlit sur le dactyle pelotonné et sur le rendement fourrager total. Des traitements au 2,4-D à raison de 1 kilogramme par hectare au printemps et en automne ont réduit les rendements du pissenlit de 70 % et augmenté ceux du dactyle pelotonné de 20 % comparativement aux parcelles témoins. On a combattu encore plus efficacement le pissenlit avec un traitement au 2,4-D à des taux supérieurs à 1 kilogramme par hectare ou avec des mélanges de 2,4-D et de dicamba, sans toutefois augmenter le rendement du dactyle pelotonné. Par ailleurs, l'application d'herbicide a peu influé sur le rendement fourrager total (dactyle pelotonné et pissenlit) et la présence de pissenlit n'a pas atténué la valeur nutritive du fourrage.

those of Carlton, the most widely used cultivar of bromegrass at present. Selection also was directed to obtaining a plumper seed, which would facilitate seed cleaning and seeding through drills. Seed volume weights in kilograms per hectolitre were 21.4 for Signal compared with 20.1 and 19.9 for Carlton and Magna, respectively. Some improvement was also noted in resistance to the bromegrass seed midge. The final tests showed essentially no difference in forage yields between Signal, Magna, and Carlton. Tests in Ontario showed hay yields of Signal were 93% of the best southern cultivars used in that province. Tests in the Atlantic Provinces showed Signal to yield 97% of other cultivars. This new cultivar is therefore expected to be of chief interest to seed growers and seed handlers in Western Canada. Approximately 1300 kilograms of Foundation seed were released to the SeCan Association in 1983, and certified seed will be harvested in 1984.

Research at Charlottetown indicated that Italian and Westerwolds annual ryegrasses do well in the Atlantic region and can be grown successfully for pasture and conserved forage. Large quantities of root mass are produced in the plow layer, and soil organic matter as well as aggregate stability are increased. In addition, Italian and Westerwolds annual ryegrasses harbored fewer root lesion nematodes (*Pratylenchus* species) than did red clover or timothy during a 4-year study. Therefore, farmers who wish to rotate potatoes with a forage crop, for example, have the option of using annual ryegrass instead of the more conventional red clover–timothy mixture. This practice is becoming increasingly popular among farmers in Prince Edward Island.

Evaluation tests at Brandon supported the recommendation of Hunter alfalfa to producers. In 1982–1983, a relatively mild winter with periods of icing resulted in severe winter damage to alfalfa. Field observation revealed that properly fertilized plots were less susceptible to winter damage from icing than unfertilized or improperly fertilized plots.

The effect of dandelion control on orchardgrass and on total forage yield was examined in experiments conducted over a 5-year period at Lethbridge. Applications of 2,4-D at 1.0 kilogram per hectare in spring and fall reduced dandelion yields by 70% and increased orchardgrass yields by 20% compared with the untreated check. Increases in dandelion control were achieved with 2,4-D at rates greater than 1.0 kilogram per hectare or with 2,4-D plus dicamba mixtures, but orchardgrass yields were not increased with these treatments. Total forage yields (orchardgrass and dandelions) were not significantly increased by herbicide treatment, and the presence of dandelions did not cause deleterious changes in the nutrient composition of the forage.

In 1983, research in weed control at Brandon resulted in the approval of several herbicides for broad-spectrum weed control in forage grasses and legumes during the establishment year. In alfalfa, sweetclover, and bromegrass, difenzoquat and flamprop-methyl are recommended for control of wild oats. Broad-leaved weeds in these crops were controlled by a number of herbicides or herbicide mixtures specific to the forage crop and the weed species.

A 5-year study was conducted at Beaverlodge to evaluate various cultural and chemical methods for the control of broad-leaved weeds in creeping red fescue grown for seed. In the study, the fescue was established either with or without barley. The barley was either harvested in early August for fodder or in early September for grain. Several herbicide treatments were applied to each crop. For all crops, bromoxynil plus MCPA, each applied at a rate of 0.28 kilograms per hectare, provided excellent control of annual broad-leaved weeds (primarily stinkweed, shepherd's purse, lamb's-quarters, common peppergrass, and wild buckwheat) when the fescue attained the three-leaf stage in the year of seeding. This herbicide treatment occasionally gave good dandelion control.

The extensive, fibrous roots of Italian ryegrass make it a desirable species in potato rotations because the roots are a poor host for root lesion nematodes.

Les racines fibreuses et nombreuses du ray-grass d'Italie en font une espèce propice à utiliser en rotation avec la pomme de terre, car elles ne se prêtent guère à une infestation par les nématodes des racines.

However, in some cases, a second treatment of dicamba plus 2,4-D at a rate of 0.28 and 0.56 kilograms per hectare, respectively, was required to give acceptable dandelion control and was applied in May of the year following seeding. As a result of this weed control, seed yields of creeping red fescue in the first year of production were not increased by any of the herbicide treatments. In the second year of production, seed yields were increased by 20% or more in stands where the forage grass was either seeded alone or with barley harvested for fodder. There was no increase obtained when the fescue was established with barley harvested for seed.

At Lethbridge, recent studies in an irrigated field of alfalfa naturally infected with verticillium wilt led to the discovery that an important pest of alfalfa, the pea aphid, is also a vector of the verticillium wilt fungus. Spores of *Verticillium albo-atrum*, carried as surface contaminants on the legs and antennae of aphids, can spread from diseased to healthy alfalfa plants. This discovery is of considerable significance to the epidemiology of verticillium wilt and will necessitate modifications to control practices recommended to alfalfa growers.

Through research on forage crop physiology, management, and weed control at Brandon, data on nitrogen fertilizer sources for grass production on Black soils were released to producers and extension agents in technical publications and form the basis for fertilizer recommendations by the Manitoba Soil Testing Laboratory. Ammonium nitrate was the most effective source of nitrogen in

En 1983, la recherche sur la lutte contre les mauvaises herbes entreprise à Brandon a conduit à l'homologation de plusieurs herbicides polyvalents pour le traitement des mauvaises herbes dans les cultures des graminées fourragères et des légumineuses au cours de l'année d'établissement. Ainsi, pour éliminer la folle avoine des champs de luzerne, de trèfle d'odeur et de brome, on recommande d'appliquer du difenzoquat et du flamprop-méthyl. D'autre part, on peut combattre les mauvaises herbes à feuilles larges avec un certain nombre d'herbicides ou de mélanges d'herbicides particuliers à la culture fourragère et aux espèces de mauvaises herbes.

À Beaverlodge, on a mené pendant 5 ans des travaux visant à évaluer les diverses méthodes culturales et chimiques de lutte contre les mauvaises herbes à feuilles larges dans les champs de fétuque rouge cultivée pour la semence. Pour les besoins de l'étude, cette dernière a été cultivée seule ou avec de l'orge et a été récoltée soit au début d'août comme fourrage, soit au début de septembre pour la semence. On a appliqué plusieurs traitements herbicides à chaque culture. On a lutté efficacement contre les mauvaises herbes à feuilles larges (surtout le tabouret des champs, la bourse-à-pasteur, le chénopode blanc, le vélar d'Orient et la renouée liseron) dans chaque culture, avec du bromoxynile mélangé à du MCPA, tous deux appliqués à raison de 0,28 kilogramme par hectare alors que la fétuque rouge atteignait le stade des trois feuilles lors de l'année d'ensemencement. Ce traitement a aussi permis de temps à autre de lutter avec succès contre le pissenlit. Cependant, dans certains cas, il a fallu appliquer un mélange de dicamba et de 2,4-D aux taux de 0,28 et de 0,56 kilogramme par hectare respectivement, en mai de l'année suivant l'ensemencement, pour réussir à éliminer cette mauvaise herbe. Aucun des traitements d'herbicides n'a fait augmenter les rendements en grains de la fétuque rouge au cours de la première année. Ces derniers ont toutefois progressé de 20 % et plus lors de la deuxième année dans les peuplements où la fétuque rouge avait été ensemencée seule ou avec de l'orge récoltée comme fourrage. On n'a cependant observé aucune hausse de rendement lorsque cette plante fourragère a été cultivée avec de l'orge récoltée pour le grain.

De récentes études menées à Lethbridge dans un champ irrigué de luzerne naturellement infestée par la flétrissure verticillienne ont permis de découvrir que l'un des principaux ravageurs de la luzerne, le puceron du pois, est également vecteur du champignon responsable de cette maladie. En effet, les spores du *Verticillium albo-atrum* peuvent adhérer aux pattes et aux antennes des pucerons et ainsi se répandre des plants atteints aux plants sains. Cette découverte revêt une importance considérable pour l'épidémiologie de la flétrissure verticillienne; elle entraînera des modifications aux méthodes de lutte recommandées aux producteurs de luzerne.

À Brandon, les efforts des chercheurs ont porté sur la physiologie et la régie des plantes fourragères ainsi que sur la lutte contre les mauvaises herbes dans ces cultures; ils ont permis de recueillir des données sur les sources d'engrais azotés pour la production de graminées fourragères sur sols noirs. Ces résultats ont été transmis aux producteurs et aux agents de vulgarisation par le biais de publications techniques et ils constituent la base des recommandations sur les engrais du Laboratoire d'analyse des sols du Manitoba. Le nitrate d'ammonium s'est avéré la source d'azote la plus efficace pour accroître le rendement des graminées fourragères hâtives cultivées pour le foin et ce composé ainsi que l'urée ont réussi aussi bien l'un que l'autre à accroître le rendement des graminées de pâturages. Cependant, l'urée s'est avérée la meilleure source d'azote en ce qui a trait à la hausse de la teneur protéique des graminées fourragères. Par ailleurs, la recherche sur l'épandage d'engrais azotés dans les cultures de graminées a également montré que l'agropyre intermédiaire et le brome donnent un bon rendement sur un loam argileux (environ 8 tonnes de matière sèche par hectare par année en moyenne) avec l'épandage de 252 kilogrammes d'azote par hectare par année. Cependant, sur les loams sablonneux, l'agropyre intermédiaire donne un rendement légèrement inférieur à celui du brome. Par ailleurs, l'agropyre à crête a donné un rendement inférieur et l'élyme de Russie s'est le plus mal comporté dans ces deux types de sol.

Les fourrages et les céréales produits dans les provinces de l'Atlantique ne contiennent pas suffisamment de sélénium (moins de 0,1 partie par million), un oligo-élément essentiel pour les bestiaux. Cette lacune cause de graves difficultés dans le secteur de l'élevage de cette région. À Charlottetown, l'application foliaire de sélénium à raison de 500 grammes par hectare dans un pâturage en repos végétatif a permis d'augmenter la teneur en sélénium des feuilles à plus de 0,1 partie par million pendant presque 2 ans. On mène actuellement des recherches afin de déterminer les teneurs minimales à appliquer pour fournir cet élément en quantité suffisante aux ovins et aux bovins. Bien que l'on puisse ajouter le sélénium aux rations de la plupart des bestiaux, la présence de cet élément en quantité suffisante dans le fourrage constitue la meilleure façon d'assurer l'ingestion nécessaire de sélénium biologiquement efficace pour réduire les problèmes de carence.

L'application annuelle, pendant 5 à 7 ans, d'engrais soufrés dans les champs de luzerne à trois endroits au nord-est de la Saskatchewan a révélé que le taux optimal de soufre dans les loams de Waitville est de 26 kilogrammes par hectare. La hausse annuelle moyenne de rendement résultant de l'application de soufre a été de 1,72 tonne par hectare, à raison de deux récoltes par année. Par ailleurs, dans les loams argileux, où le problème du lessivage ne se pose pas, l'application de soufre entraînera une accumulation considérable de sulfate de soufre, rendant ainsi nécessaire l'analyse des sols pour cet élément tous les 3 ou 4 ans.

Des travaux portant sur la restauration des pâturages, menés à la station de recherches de Melfort, ont montré que l'épandage d'azote et du phosphore (90 et 10 kilogrammes par hectare respectivement) ont augmenté le rendement fourrager annuel des pâturages en sols gris forestiers de 1 157 à 2 500 kilogrammes de matière sèche par hectare (moyenne de 6 ans). On a continué à épandre de l'engrais l'année suivante, ce qui a eu pour effet d'accroître la production fourragère de 23 % en moyenne comparativement aux pâturages témoins non fertilisés. La capacité de charge des pâturages (nombre de vaches et de veaux par hectare et par mois) a augmenté proportionnellement à la valeur du gain de poids accru des veaux, compensant ainsi pour le coût des engrais. Les résultats des essais sur parcelle laissent penser que le traitement au soufre à raison de 45 kilogrammes par hectare ajouté à l'azote et au phosphore améliorera le rapport bénéfices–coûts dans les pâturages situés en sols gris forestiers de Waitville. Après le disquage des pâturages dégradés, et leur ressemis avec du brome et de la luzerne, les rendements fourragers ont dépassé de près de 400 % ceux des pâturages témoins.

Par ailleurs, des essais de fertilisants menés depuis 5 ans à la station de recherches de Kamloops sur l'alpiste roseau ont donné une hausse de rendement de 5 à 10 % grâce à l'épandage d'engrais en quantités appropriées pour la plante. Auparavant, les traitements étaient moins efficaces parce qu'on épandait trop ou trop peu d'engrais. Pendant cette étude d'une durée de 5 ans, on a épandu des mélanges de phosphore, de potassium et de soufre sur des cultures d'alpiste roseau poussant dans des sols organiques et minéraux. On recommande donc aux producteurs de se servir des résultats d'analyse des sols plutôt que de méthodes empiriques pour accroître le rendement et rentabiliser l'application de fertilisants.

increasing yield of early season hay-type grasses, and ammonium nitrate and urea were equally effective in increasing the yield of pasture-type grasses. Urea, however, was the most effective source of nitrogen in increasing protein content of forage grasses. Research on nitrogen fertilization of grasses also showed that intermediate wheatgrass and bromegrass were productive on clay loam soil and responded well to nitrogen, averaging about 8 tonnes per hectare of dry matter per year when nitrogen was applied at a rate of 252 kilograms per hectare per year. On sandy loam soil, intermediate wheatgrass was a little less productive than bromegrass. On both soils, crested wheatgrass was lower yielding, and Russian wild ryegrass was the least productive.

Forages and cereals produced in the Atlantic Provinces contain inadequate amounts (less than 0.1 part per million) of selenium, an essential trace element for livestock, thus creating one of the major livestock production problems in the region. At Charlottetown, foliar application of selenium, at a rate of 500 grams per hectare, to a dormant pasture gave a foliar selenium content that was greater than 0.1 part per million for up to 2 years. Research is under way to determine the lowest possible levels of applied selenium that will provide adequate amounts of the element for cattle and sheep. Although the element can now be supplemented in the rations of most livestock, an adequate supply in the forage itself is the best way of ensuring the necessary intake of biologically effective selenium to reduce deficiency problems.

The annual application of sulfur fertilizer to alfalfa, over a 5- to 7-year period at three sites in northeastern Saskatchewan, revealed that the optimum rate of sulfur on a Waitville loam soil was 26 kilograms per hectare. The average yield increase resulting from the application of sulfur was 1.72 tonne per hectare per year under a two-cut system. On clay to loam soils, where leaching is not a problem, an application of 45 kilograms of sulfur per hectare will lead to a substantial buildup of sulfate sulfur, thus emphasizing the need for soil testing for sulfur every 3 or 4 years.

Work on pasture renovation under way at the Melfort Research Station showed that the application of nitrogen and phosphorus (90 and 10 kilograms per hectare, respectively) increased annual forage production of pastures on Gray Wooded soil from 1157 to 2500 kilograms of dry matter per hectare (6-year average). The fertilizer application carried over to the following year, which increased forage production by an average of 23% compared with unfertilized control pastures. Carrying capacities (number of cows and calves per hectare per month) have increased proportionately with the value of the increased calf gain, thus offsetting the costs of fertilization. Results from plot studies suggest that the application of sulfur at a rate of 45 kilograms per hectare in addition to nitrogen and phosphorus will provide a positive benefit-cost ratio in pastures located on Waitville Gray Wooded soils. Forage yields, following breaking of depleted pasture swards and reseeding to bromegrass and alfalfa, have exceeded those on control pastures by up to 400%.

Fertilizer trials at the Kamloops Research Station on reed canarygrass over the past 5 years have resulted in a 5–10% increase in yield by better supplying the proper amounts of fertilizer required by the plant. Past applications of fertilizer were less efficient, because too little or too much fertilizer for optimum yields was often supplied. In the 5-year study, combinations of phosphorus, potassium, and sulfur were applied to reed canarygrass growing on organic and inorganic soils. Recommendations to producers to use soil test values rather than a hit-and-miss approach will result in both increased yield and more economical fertilizer application.

The seeding of clear-cut forested areas to grasses and legumes increases the carrying capacity by six to eight times. A seeded clear-cut area supports one cow on 3 hectares, whereas the original forested range required 25 hectares to support one cow. If areas are not seeded after deforestation, 13 hectares are required to support one cow. Although these are agriculturally attainable increases, the integrated use of British Columbia's forested range areas by forestry, wildlife, recreation, and agriculture necessitates that agriculture researchers also satisfy these other interests. Thus, we must continue to conduct research, so that we can solve the problems that arise when grass, trees, and cattle must compete for the same space.

As a result of a cooperative venture between private industry and the Melfort Research Station, a method was developed to estimate pasture biomass in the parkland area of Saskatchewan. Color infrared aerial photographs of a pasture were taken at a scale of 1:5000 or 1:2500 and interpreted into a texture scale consisting of 17 classes. A curvilinear relationship that appears relatively consistent from June to July was developed between the texture scale and dry-matter samples collected at the time the photographs were taken. Estimates of dry-matter production can be made to a level of precision of plus or minus 20 and 40 grams per square metre in June and July, respectively. The use of a light aircraft to take 35-millimetre photographs provided color and texture information that was at least as good as that obtained with 23-centimetre photographs at equivalent scales taken from high-flying jet aircraft. Although the area studied in 1982 was different from the one used in the first 2 years, and the growing conditions also varied from year to year (wet in 1979, very dry in 1981, average in 1982), the results were relatively consistent. This suggests that the method can be extrapolated within the parkland area for biomass estimation and is applicable beyond the restricted local area.

At Nappan, a permanent pasture was grazed from 31 May to 29 October for a total of 518 animal days per hectare, and annual ryegrass was grazed from 6 July to 29 October for a total of 923 animal days per hectare. Permanent pasture produced 7941 kilograms of dry matter per hectare, which was converted to 425 kilograms of animal gain, or 0.82 kilogram per head per day. Annual ryegrass produced 11 436 kilograms of dry matter per hectare, which was converted to 609 kilograms of animal gain, or an average gain of 0.66 kilogram per head per day. Both pastures produced 53 kilograms of animal gain from each tonne of forage.

The Fredericton Research Station forage quality forecast was enlarged in 1983 and now includes Prince Edward Island as well as New Brunswick and Nova Scotia. This technology transfer requires close cooperation with extension personnel from provincial departments of agriculture. It provides farmers with weekly forecasts of the nutritional quality and growth stages of forage crops as they are growing. Several radio stations, codaphones, and newspapers are used to deliver the information to farmers several times a week during the summer. Since 1979, this program has served to increase significantly the nutritional quality and yields of forages in the Maritimes by helping farmers improve their management practices.

A 3-year study was undertaken at Fredericton to compare oxygen-limiting silos with concrete stave silos for the storage of timothy. It was found that neither silo type would contain the manufacturer's rated amount of timothy grass dry matter. Based on 3-year means, there were also no significant differences between the silo types with respect to fermentation and spoilage losses and resulting dry-matter digestibility, intake, milk yield, and percentages of fat and protein. Because of higher capital costs and lack of demonstrated advantages in animal production, oxygen-limiting silos are not recommended over concrete stave silos for the storage of timothy grass.

At Charlottetown, chemical conditioning of red clover with the use of a solution of sodium bicarbonate, fatty acid salts, surfactant, and water in a ratio of 4:2:1:100 increased the dry-matter content, after 20 hours of field drying, by 8% without

L'ensemencement de zones déboisées avec des graminées et des légumineuses augmente la capacité de charge de six à huit fois. Une fois ces zones ensemencées, il n'en faut que 3 hectares pour nourrir une vache comparativement à 25 hectares pour le parcours boisé. Lorsque ces zones ne sont pas ensemencées après le déboisement, il en faut 13 hectares pour nourrir une vache. Bien que ces objectifs soient réalisables, les chercheurs doivent également tenir compte d'autres intérêts comme l'utilisation intégrée des parcours boisés de la Colombie-Britannique pour les activités reliées à la foresterie, à la faune, aux loisirs et à l'agriculture. Par conséquent, il nous faut continuer à mener des recherches sur les difficultés qu'entraîne l'utilisation d'un même espace pour les cultures fourragères, la forêt et l'élevage des bestiaux.

Un projet conjoint entre le secteur privé et la station de recherches de Melfort a permis de mettre au point une méthode d'évaluation de la biomasse des pâturages dans les prairies-parcs de la Saskatchewan. Des photographies couleurs aériennes infrarouges d'un pâturage ont été prises à l'échelle de 1:5000 ou de 1:2500 et interprétées d'après une échelle de texture de 17 classes. On a ainsi réussi à établir une relation curvilinéaire relativement constante, de juin à juillet, entre l'échelle de texture et l'analyse des échantillons de matière sèche prélevés au moment de la prise des photographies. On peut donc évaluer la production de matière sèche avec un taux de précision de plus ou moins 20 et 40 g/m^2, en juin et en juillet respectivement. Les photographies de 35 millimètres prises à bord d'avions légers ont fourni des renseignements sur la couleur et la texture comparables à ceux de photographies de 23 centimètres prises à des échelles équivalentes, mais à bord d'un réacté volant à haute altitude. Bien que la superficie étudiée en 1982 soit différente de celle analysée pendant les 2 premières années, et que les conditions de croissance aient également varié d'année en année (humides en 1979, très sèches en 1981, moyennes en 1982) les résultats ont été relativement constants. On peut donc conclure que la méthode peut être extrapolée pour évaluer la biomasse de toute la prairie-parc et qu'elle peut s'appliquer au-delà de la région dont il était question ici.

À Nappan, on a fait paître 518 animaux par jour par hectare dans un pâturage permanent du 31 mai au 29 octobre et dans un pâturage de ray-grass annuel du 6 juillet au 29 octobre, pour un total de 923 animaux-jour par hectare. Le pâturage permanent a produit 7 941 kilogrammes de matière sèche par hectare qui a été convertie en 425 kilogrammes de gain de poids ou 0,82 kilogramme par sujet par jour. Le ray-grass annuel a donné 11 436 kilogrammes de matière sèche par hectare qui a été convertie en 609 kilogrammes de gain de poids, soit une moyenne de 0,66 kilogramme par sujet par jour. Les deux pâturages ont donné 53 kilogrammes de gain de poids pour chaque tonne de fourrage.

En 1983, en plus d'émettre des prévisions sur la qualité du fourrage au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, les chercheurs de la station de recherches de Fredericton ont également élargi leur champ de travail pour y inclure l'Île-du-Prince-Édouard. Cependant, ce transfert technologique nécessite une étroite collaboration avec le personnel de vulgarisation des ministères provinciaux de l'Agriculture. Ce service fournit aux agriculteurs des prévisions hebdomadaires sur la valeur nutritive et le stade de croissance des cultures fourragères au fur et à mesure que la saison avance. Ces renseignements sont transmis aux agriculteurs plusieurs fois par semaine au cours de l'été, par le biais de plusieurs stations radiophoniques, de codaphones et des journaux. Depuis 1979, ce programme a permis d'augmenter considérablement la valeur nutritive et le rendement des fourrages dans les Maritimes en aidant les agriculteurs à en améliorer la régie.

Par ailleurs, on a terminé à Fredericton une étude de 3 ans visant à comparer les silos hermétiques aux silos en douves de béton pour l'ensilage de la fléole. On s'est aperçu qu'aucun de ces deux types de silos ne peut contenir la quantité de matière sèche supportée par le fabricant. En se fondant sur les moyennes de ces 3 années, on n'a pas noté de différence significative entre les deux types de silos pour ce qui est de la fermentation et des pertes par détérioration et de leurs effets sur la digestibilité de la matière sèche, l'ingestion, le rendement en lait et le pourcentage de matière grasse et de protéines. Par ailleurs, en raison des coûts élevés d'installation et d'entretien des silos hermétiques par rapport à leurs avantages réels pour l'élevage, on recommande plutôt les silos en douves de béton pour l'ensilage de la fléole.

À Charlottetown, le traitement chimique du trèfle rouge avec une solution de bicarbonate de sodium, de sels d'acide gras, d'adjuvants et d'eau dans un rapport de 4:2:1:100 a accru la teneur en matière sèche après 20 heures de séchage au champ de 8 % sans conditionnement et de 14 % avec conditionnement. La technologie fondée sur la dessiccation chimique pour accélérer le séchage au champ des cultures fourragères diminuera les pertes au champ et augmentera la qualité du fourrage et, par conséquent, la rentabilité du secteur de l'élevage dans la région.

Des études menées au Centre de recherches zootechniques montrent que l'ensilage préfané constitue la méthode la plus économique d'entreposer la luzerne. Des génisses de plus d'un an, soumises à une alimentation à base d'ensilage fané et d'ensilage de maïs, ont fait des gains de poids de 1 kilogramme par jour. Au cours de cette même étude, le foin séché au champ a été endommagé par la pluie, ce qui en a considérablement réduit la qualité (seulement 14,4 % de protéines brutes). Le foin qui provenait de la deuxième récolte contenait 20 % d'eau et a été entreposé sous forme de grosses balles rondes. Il avait à peu près la même valeur nutritive que l'ensilage préfané lorsqu'on en nourrissait les animaux dans les 4 mois suivants. Cependant, après 1 an d'entreposage, la moisissure s'y était attaquée et en avait diminué la qualité.

En général, les grosses balles rondes de foin restent à l'extérieur. Elles sont exposées aux intempéries et, par conséquent, à une forte baisse de la qualité. À Lethbridge, on a découvert qu'on pouvait réduire ces pertes en séparant les balles et en les plaçant en une seule couche. Cette façon de procéder réduit l'absorption d'humidité pendant les pluies et permet un séchage plus rapide par la suite. Néanmoins, certains agriculteurs préfèrent empiler les balles afin de réduire l'espace nécessaire à leur entreposage; ils ont donc mis au point diverses méthodes pour diminuer les pertes de qualité dues au mauvais temps. Des recherches contractuelles ont permis de mettre au point une empileuse maintenant sur le marché et qui permet de placer deux colonnes de deux balles debout l'une sur l'autre et de coucher une troisième balle au-dessus de chaque colonne. Cette machine peut également construire deux colonnes de trois balles chacune. La première méthode donne des piles plus stables et la position horizontale de la balle supérieure permet l'écoulement plus efficace de la pluie. On peut donc ainsi mieux préserver la qualité du fourrage.

Horticulture

Le chiffre d'affaires du secteur horticole canadien dépasse le milliard de dollars. À cause de son climat rigoureux, le Canada ne peut produire tous les fruits et légumes qu'il consomme. La valeur de la production canadienne s'élève à environ 1,4 milliard de dollars, mais en même temps, plus de 1,9 milliard de dollars vont à l'importation de produits horticoles frais et transformés. Les fruits tropicaux et les légumes hors saison représentent le gros de nos importations. En comparaison, nos exportations sont beaucoup plus modestes, puisqu'elles s'élèvent à environ 460 millions de

In the area of food science and technology, the Research Branch is concerned with developing an efficient, competitive, and growing food industry. Prototypes of new products, processes, and technology are developed by the Branch and are transferred to industry, thus making full use of our commodities, expanding our food industry, and increasing the value-added component of our food. Many products and processes have been transferred to industry and are or soon will be available to Canadian consumers. Illustrated below are some examples of our achievements.

This feature was made possible through the cooperation of the Food Advisory Division.

Dans le secteur alimentaire, la Direction générale de la recherche a le mandat de favoriser le développement d'une industrie alimentaire canadienne toujours croissante, rentable et compétitive. À cet égard, le développement et le transfert à l'industrie de prototypes de nouveaux produits et ingrédients, et des procédés pour leur fabrication ainsi que de nouvelles techniques permettent une meilleure utilisation des produits primaires, favorisent l'expansion de l'industrie alimentaire et augmentent la valeur-ajoutée des produits canadiens. Plusieurs produits et procédés ont été transférés à l'industrie et sont ou seront bientôt sur le marché. Quelques exemples de réalisations canadiennes sont illustrés ci-dessous.

Cette page centrale a été rendue possible grâce à l'étroite collaboration de la Division de la consultation en alimentation.

Fruit leathers are made from pureed fruit and are dried according to a process developed at the Summerland Research Station.

Tablettes de fruits fabriquées à partir de fruits en purée et séchées selon un procédé mis au point à la station de recherches de Summerland.

A process for packaging foods in single-serving foil-laminate pouches was developed by the Kentville Research Station and later transferred to industry. Chile con carne, illustrated above, is one of many foods available in foil-laminate pouches.

Un procédé pour emballer des aliments dans des sachets portionnés souples a été mis au point à la station de recherches de Kentville et ensuite transféré à l'industrie. Le chili con carne (ci-dessus) est un des nombreux aliments que l'on peut se procurer en sachets portionnés souples.

A refreshing raspberry drink made from frozen concentrate. The concentrate consists of 100% pure raspberry juice, sugar, water, and citric acid and was developed at the Summerland Research Station.

Un breuvage rafraîchissant à base de framboises fabriqué à partir de concentré congelé. Le concentré contient du jus de framboises 100 % pur, du sucre, de l'eau et de l'acide citrique, et a été mis au point à la station de recherches de Summerland.

Lingonberry Jubilee, a berry also known as mountain cranberry (*Vaccinium vitis-idaea*), grows naturally in the Maritime Provinces. The recipe, process, and serving suggestions for the lingonberry topping illustrated were developed at the Kentville Research Station.

L'airelle Jubilee, une baie aussi connue sous le nom de Airelle vigne-d'Ida (*Vaccinium vitis-idaea*) croît naturellement dans les provinces Maritimes. La station de recherches de Kentville a mis au point la recette, le procédé et les modes d'emploi.

Canola oil, a major vegetable oil in Canada, can be used in salads, in cooking, and in the manufacture of shortening and margarine. Canola is the name given to new rapeseed cultivars developed by researchers in Canada. It has a low content of glucosinolates and erucic acid.

L'huile de canola, une huile végétale très importante au Canada, peut être utilisée dans les salades et assaisonnements ainsi que pour la friture, la cuisson et la fabrication de graisse et de margarine. On a donné le nom de canola à de nouveaux cultivars de colza développés par les chercheurs canadiens. Ils contiennent une faible teneur en acide érucique et en glucosinolates.

Potato appetizers prepared with Shepody (whole potatoes on left) and Yukon Gold (whole potatoes on right), two potato cultivars that are excellent baked, boiled, or fried. Shepody was developed at Fredericton, and Yukon Gold at Guelph.

Entrées de pommes de terre préparées avec le Shepody (pommes de terre entières, à gauche) et le Yukon Gold (pommes de terre à droite). Ces deux cultivars se prêtent très bien à la cuisson de pommes de terre bouillies, frites et au four. Le Shepody a été développé à Fredericton et le Yukon Gold, à Guelph.

Corn bread tamale pie made with hull-less oats bred at the Ottawa Research Station. These special oats are the result of a long breeding process by researchers in the Research Branch. They can be grown across Canada and are being evaluated as a substitute for imported rice.

Pâté à base de pain de maïs et de tamale préparé avec de l'avoine nue produite à la station de recherches d'Ottawa. Cette avoine particulière est le résultat d'un long programme d'amélioration par les chercheurs de la Direction générale de la recherche. Elle peut être cultivée partout au Canada et a le potentiel pour remplacer le riz importé.

Quiche made with ricotta cheese, produced by a new process developed at the Food Research Institute. A mixture of milk and whey is heated, acidified, and coagulated in a continuous process.

Quiche préparée avec du fromage ricotta fabriqué selon un nouveau procédé développé à l'Institut de recherches sur les aliments. Un mélange de lait et de lactosérum est chauffé, acidifié et coagulé selon un procédé continu.

physical conditioning and by 14% with physical conditioning. Technology, based on chemical desiccation, to speed field drying of forages will minimize field losses and increase the quality of forage, thereby increasing the profitability of the livestock industry in the region.

Studies at the Animal Research Centre show that properly wilted silage is the most economical method for storing alfalfa. In a feeding study, a combination of wilted silage and corn silage resulted in gains of 1 kilogram per day for yearling heifers. In the same study, field-dried hay was damaged by rains and was of poor quality, containing only 14.4% crude protein. Second-cut hay at 20% moisture, which was stored in large round bales, was equal to wilted silage in nutritional value when fed within 4 months. After storage for 1 year, hay quality had deteriorated because of mold growth.

Large, round bales of hay are usually stored outdoors, where the effects of weather can lead to a drastic reduction in quality. At Lethbridge, it was found that losses in uncovered bales are reduced when the bales are separated and placed in a single layer. This minimizes absorption of precipitation and allows rapid drying after wetting. Nevertheless, some farmers prefer to stack bales to reduce storage-space requirements, and they have developed various means to cope with the reduction in quality caused by bad weather. Through a research contract, a commercial stacker was developed that will stack two columns of two bales with ends placed on the ground and a third bale laid on its side on top of each column. Alternatively, the stacker can place two columns of three bales each, end to end. The first configuration produces a more stable stack, and the horizontal placement of the top bale sheds rain more effectively. In addition, forage quality can be better maintained.

Lapins and Sunburst are new, dark-fleshed sweet cherry cultivars released by Summerland in 1983. Lapins matures late in the season and has outstanding split resistance, combined with other desirable characteristics of the fruit and tree. Taste and texture are excellent and eating quality is very good. Sunburst is outstanding because of its very large fruit and very heavy yields. Its fruit also resists splitting better than do commercially important cultivars available at present. This cultivar is suitable for locations where fruit set is a problem and lengthy storage is not required.

Fruittree leafroller, an important pest of apples early in the season, has developed resistance to organophosphate insecticides in one of the major fruit-growing districts of the Okanagan Valley. Damage to apples in this district was 2–10% of the crop in 1982. Laboratory and field experiments at the Summerland Research Station have provided two solutions for this problem. One is the use of *Bacillus thuringiensis*, a bacterial agent that is toxic to leafroller larvae. Because the material must be ingested by larvae, the spray must be applied shortly after the overwintering eggs hatch. The other is the discovery that two insecticides, methomyl and methidathion, applied to the overwintering eggs kill larvae as they hatch. The materials are not effective against feeding larvae, and must be applied before the eggs hatch. With both methods, correct timing and complete coverage are necessary to obtain control of the resistant strain.

Scientists at Summerland have developed fumigation procedures to kill all stages of codling moth in harvested cherries. Fumigation with methyl bromide meets all the criteria established by the Japanese for shipments of cherries imported by that country. This procedure effectively kills all codling moth larvae in cherries, leaving residues of methyl bromide below international tolerance

Horticulture

Horticulture in Canada is a multi-billion-dollar industry. Canada does not produce all the horticultural products it consumes, because an adverse climate prevents the growing of many crops. Canadian production has a total value of about $1.4 billion, but an additional $1.9 billion is spent on fresh and processed imported horticultural products. Principal among these are tropical fruits and off-season vegetables. Exports are much fewer and amount to about $460 million. Nearly 325 000 hectares of land are used for horticultural crops, and more than 200 000 persons are employed in the industry.

To be produced successfully in Canada, annual crops must mature in a short season of relatively cool temperatures, and perennial crops must be winter-hardy. Most types of horticulture are labor intensive, and mechanization is often required to meet foreign competition based on cheap labor. High-density plantings and sophisticated methods of pest and disease control are being adopted to improve efficiency.

Major horticultural research stations are located in all regions of Canada. Their varied programs emphasize breeding, physiology, nutrition, and the chemical and biological control of plant diseases, insects, and weeds. Because many horticultural products are highly perishable, special research is also performed on handling, storing, and processing these crops for consumer use.

Research accomplishments

The Saint-Jean Research Station has contributed to the evaluation of the apple cultivars Macfree, Moira, Trent, and Britegold, which are resistant to apple scab. Since 1971, this station has realized 350 crosses to produce over 180 000 hybrid pips. Through intensive selection and evaluation, Richelieu and Rouville, two scab-resistant apple cultivars, were selected in 1983.

Sunburst, a new, large, high-quality sweet cherry, with improved resistance to splitting.

Le Sunburst est un nouveau cultivar de cerisier doux à gros fruits, de qualité supérieure et caractérisé par une meilleure résistance au fendillement.

dollars seulement. Les cultures horticoles occupent près de 325 000 hectares et emploient 200 000 personnes.

Pour donner une production satisfaisante, les plantes vivaces doivent résister à l'hiver et les annuelles, s'adapter aux temps relativement frais et à la courte saison de croissance. Beaucoup d'opérations exigent un bon nombre d'ouvriers et la mécanisation est indispensable si l'on veut soutenir la concurrence des pays qui possèdent une main-d'œuvre bon marché. Afin d'améliorer la production, on s'efforce actuellement d'accroître les densités de plantation et de mettre au point de meilleures techniques de lutte antiparasitaire.

D'importantes stations horticoles sont installées dans toutes les régions du pays. Leurs divers programmes sont axés surtout sur l'amélioration génétique, la physiologie, la fertilisation ainsi que sur la lutte chimique et biologique contre les maladies des plantes, les insectes nuisibles et les mauvaises herbes. Bon nombre de produits horticoles sont très périssables et c'est pourquoi plusieurs recherches spéciales portent sur la manutention, l'entreposage et la transformation.

Réalisations

La station de recherches de Saint-Jean a contribué à l'évaluation de cultivars de pommes résistants à la tavelure: le Macfree, le Moira, le Trent et le Britegold. Depuis 1971, cette station a réalisé 350 croisements pour produire plus de 180 000 fleurons hybrides. Après des travaux intensifs de sélection et d'évaluation, les chercheurs de Saint-Jean, ont finalement mis au point en 1983 le Richelieu et le Rouville, les premiers cultivars de pommes résistants à la tavelure.

Le Lapins et le Sunburst sont de nouveaux cultivars de cerises douces à chair foncée distribués par la station de Summerland, en 1983. Le Lapins est un cultivar tardif qui présente une résistance supérieure au fendillement en plus d'autres caractères souhaitables du fruit et de l'arbre. Ce fruit savoureux a une excellente texture et ses qualités gustatives sont remarquables. Le Sunburst se distingue pour sa part à ses gros fruits et à ses rendements très élevés. Par ailleurs, les cerises Sunburst résistent mieux au fendillement que celles des principaux cultivars sur le marché actuellement. Ce cultivar s'adapte bien aux endroits où la nouaison pose des difficultés et où il n'est pas nécessaire de recourir à un entreposage prolongé.

La tordeuse, un important ravageur des pommes au début de la saison, a développé une résistance aux insecticides organophosphatés dans l'un des principaux districts de production fruitière de la vallée d'Okanagan. En 1982, les pertes de fruits y atteignaient de 2 à 10 %. Des expériences menées en laboratoire et aux champs à la station de recherches de Summerland ont permis d'y apporter deux solutions. L'une d'elles consiste à se servir du *Bacillus thuringiensis*, un agent bactérien toxique pour les larves de la tordeuse. Cependant, il faut vaporiser les feuilles le plus tôt possible après l'éclosion des œufs hivernant pour que les nouvelles larves ingèrent les bactéries. L'autre méthode consiste à appliquer deux insecticides, le méthomyl et le méthidathion sur les œufs pour tuer les larves au moment de l'éclosion. Cependant, ces insecticides sont inefficaces contre les larves qui se nourrissent déjà et doivent être appliqués avant l'éclosion des œufs. Donc, peu importe la méthode employée, pour venir à bout de la souche résistante, il est nécessaire de procéder au moment opportun et de traiter tout le verger.

La station de Summerland a mis au point des méthodes de fumigation pour tuer tous les stades du carpocapse de la pomme dans les cerises récoltées. La fumigation au bromure de méthyle répond à tous les critères établis par les Japonais concernant les cerises qu'ils importent. Cette méthode tue efficacement toutes les larves de carpocapse dans les cerises, laissant des résidus de bromure de méthyle sous les seuils de tolérance internationaux et ce, sans endommager les fruits. En 1983, on a expédié le premier envoi de 5 000 boîtes de cerises de la Colombie-Britannique après les avoir fumigées dans une installation construite dans une conserverie de la vallée de l'Okanagan.

La pourriture du collet, une maladie causée par le *Phytophthora cactorum*, cause de graves dommages dans les vergers de pommes de la Colombie-Britannique depuis plus de 50 ans. Mis à part l'emploi de souches tolérantes, on n'avait encore trouvé aucune méthode efficace de lutte. Des études en laboratoires menées à la station de recherches de Summerland ont cependant démontré que le métalaxyle, un nouveau fongicide, combat efficacement ce champignon en inhibant la croissance mycélienne. Lors des essais dans les vergers, le métalaxyle a enrayé le champignon et ses propagules sur des arbres infectés dès l'apparition de la maladie. Des expériences menées dans quatre vergers ont montré que le fongicide seul ou en mélange avec du mancozèbe aspergé sur le sol est un traitement chimique efficace pour combattre cette grave maladie dans la vallée de l'Okanagan.

Des recherches sur l'inhibition des virus des arbres fruitiers ont montré que la ribavirine, un nucléoside, est très efficace contre certains virus. Les applications foliaires de ribavirine inhibent complètement la reproduction de l'agent pathogène causant la marbrure nécrotique chez les espèces de *Prunus*. L'application du produit pendant 2 mois et plus élimine pour de bon l'infection systémique. Les traitements à la ribavirine constituent une méthode plus sûre et plus économique d'enrayer les virus sensibles dans les arbres atteints puisque la plupart des espèces de *Prunus* ne peuvent tolérer la thermothérapie, la méthode de rechange. La ribavirine appliquée à raison de 10 parties par millions dans le milieu d'infection combat aussi efficacement le virus de la tache chlorotique du pommier. Les arbres traités sont maintenant sous observation et jusqu'à maintenant, aucun n'a montré de signe de la maladie. Cependant, ce produit n'élimine pas tous les virus. Par exemple, les traitements à la ribavirine n'ont eu aucun effet sur la tache annulaire nécrotique du pêcher.

Des études menées à la station de recherches de Vancouver ont montré que les tissus du phloème des cerisiers (cerises douces) infectés par le virus de la petite cerise contiennent trois types d'inclusions cellulaires visibles seulement sous le microscope électronique. L'une d'entre elles, un bâtonnet flexueux, a été isolée et semble être de nature virale. Bien que ces inclusions particulières constituent des signes diagnostiqués de la maladie, pour des raisons pratiques, on n'enlève toujours pas les arbres tant que les fruits ne montreront pas des symptômes sûrs. Cette constatation s'appuie sur des résultats de 3 années d'études sur des cerisiers portant apparemment des fruits sains ou des fruits présentant des symptômes douteux. Dans le cadre du programme d'éradication, ces arbres n'ont pas été éliminés même si les analyses de laboratoire révélaient la présence d'inclusions cellulaires. Ces arbres constituent un foyer d'infection permanent dans les vergers de cerisiers et leur présence mine l'efficacité du programme actuel d'éradication. Par conséquent, les chercheurs tentent toujours de mettre au point une méthode rapide et peu coûteuse capable de dépister l'agent pathogène au niveau de la portion protéique des bâtonnets ou à celui des acides ribonucléiques bicaténaires associés aux tissus malades.

À Summerland, les chercheurs se sont penchés sur les effets à long terme de l'application répétée des mêmes herbicides résiduels dans les vergers. Les résultats montrent que dans des conditions de sol grossier bien irrigué, le terbacile est le moins efficace, la simazine la plus efficace, le diuron le plus phytotoxique pour les arbres et le dichlobénil le plus sûr. Les arbres des parcelles traitées avec du dichlobénil à raison de quatre fois le taux recommandé (le plus haut taux étudié) ont surpassé en rendement tous les autres

levels and causing no injury to the fruit. In 1983, the first shipment of 5000 boxes of cherries from British Columbia was made following fumigation in a facility constructed in an Okanagan packinghouse.

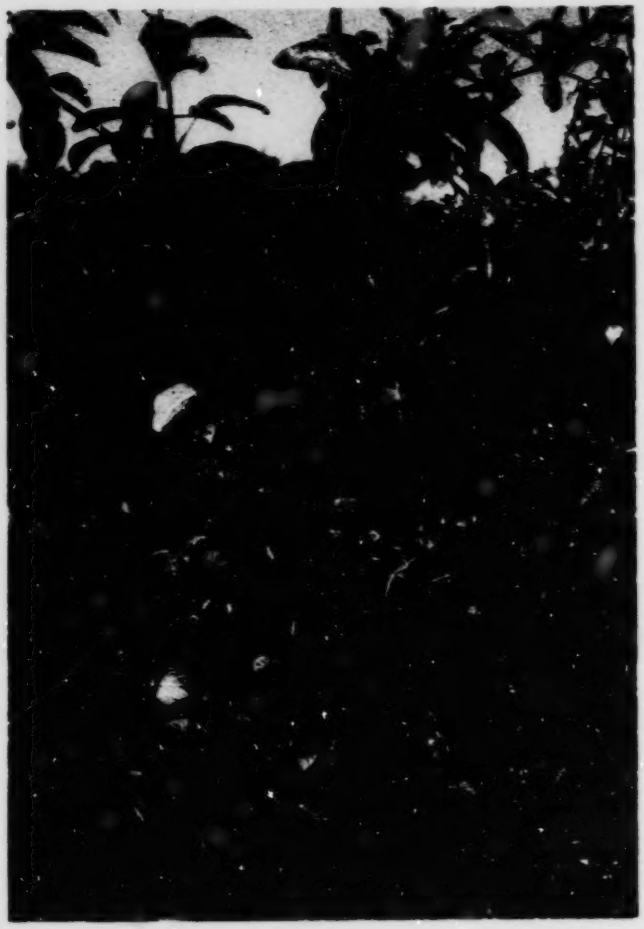
Crown rot of apple trees caused by *Phytophthora cactorum* has been a serious problem in the apple orchards of British Columbia for more than 50 years. No effective method of control has been available other than the use of tolerant rootstocks. Studies at the Summerland Research Station have now shown that metalaxyl, a new fungicide, is effective in inhibiting the mycelial growth of the fungus in the laboratory. In field tests, the material also demonstrated activity after infection had occurred by killing the fungus and its propagules on infected trees in the orchard. Experiments in four orchards showed that metalaxyl alone or metalaxyl plus mancozeb applied as a soil drench may provide effective chemical control of this serious disease in the Okanagan Valley.

Research on inhibition of tree fruit viruses showed that ribavirin, a nucleoside, is effective against certain viruses. Foliar applications of ribavirin completely inhibits reproduction of the agent causing green ring mottle disease in *Prunus* species. Treatment for 2 months or longer permanently eliminated the agent from systemically infected trees. Ribavirin treatment represents a faster and more economical way of eliminating susceptible viruses from affected trees, since most *Prunus* species cannot tolerate thermotherapy, the alternative control. Ribavirin applied at 10 parts per million in the medium is also effective in inhibiting apple chlorotic leafspot virus. Treated trees now under observation in the field thus far have shown no sign of reappearance of the virus. Not all viruses respond to the material. There was no inhibition of *Prunus* necrotic ringspot in peach trees following treatment with ribavirin.

Studies at the Vancouver Research Station showed that phloem tissues of sweet cherry trees infected with little cherry disease contain three types of cellular inclusions visible only under the electron microscope. One of these, a flexuous rod, was isolated and appears to be viral in nature. Although these peculiar inclusions are diagnostic of the disease, for practical reasons trees are still not being removed unless the fruits show definite symptoms. This fact was substantiated by a 3-year study of sweet cherry orchard trees bearing apparently normal fruits or fruits with questionable symptoms. Such trees were shown not to be removed in the eradication program, even though laboratory investigation revealed the presence of the diagnostic cellular inclusions. These trees represent continuous sources of infection within the cherry orchards and their presence undermines the effectiveness of the current eradication program. Consequently, research is continuing to develop a rapid and inexpensive laboratory assay method for the disease agent, based on detecting either the protein portion of the rods or the double-stranded ribonucleic acids associated with the diseased tissues.

At Summerland the long-term effects of applying the same residual herbicides year after year under apple trees were studied. Results show that under irrigated, coarse-soil conditions, terbacil is the least effective, simazine the most effective, diuron the most phytotoxic to the trees, and dichlobenil the safest. Trees in plots treated with dichlobenil at four times the recommended rate, the highest concentration studied, have outyielded all other trees including those in plots treated twice yearly with glyphosate, the equivalent to a weeded check.

Various management systems for controlling the vegetation of the orchard floor were studied in a newly planted apple orchard in British Columbia. Results showed that a completely grassed floor reduces growth of trees by 20% and production of fruit by 50%, compared with systems where shallow tillage, nonresidual herbicides, or a black plastic mulch were used to remove the competing vegetation throughout the year. A treatment where vegetation was removed until July provided equally good growth and yield. By continuously monitoring soil temperatures in the root zone area of trees under various management systems, an average 33% increase in accumulated soil degree-days (base 10°C) was obtained under plastic cover as compared with grass cover.



At Kentville, new strains of highly colored Cortland apples are being developed, together with new methods for early production, as shown by this tree in its second year after planting.

À Kentville, les chercheurs sont à mettre au point de nouvelles lignées de pommes Cortland très colorées de même que de nouvelles méthodes de production hâtive, comme en fait foi l'état de cet arbre qui a été planté il y a 2 ans.

Apple trees were submitted to four training systems: the free-standing Christmas tree, the slender bell (a version of the slender spindle), the Van Roechoudt palmette, and the oblique palmette. French vertical-axis pruning was used for the Christmas tree and the slender-bell training systems. For early cropping, total yield, compactness, acceptability of fruit size, and winterhardiness, the slender-bell system at high or medium density with Spartan–Ottawa 3 or Spartan–Malling 26 was the most profitable of the four systems studied at the Saint-Jean Research Station.

Early Red Haven peaches pruned and trained to restrict growth while maintaining yields performed well at Summerland in 1983. Standard, open-center trees outyielded the angle-planted treatment for the second time since planting in 1974. However, the standard open-center trees are beginning to crowd and, despite every effort, are becoming too high to be thinned and picked from

Lowbush blueberries gathered by an automated harvester developed at Kentville.

Cueillette des bleuets nains à l'aide d'une récolteuse automatisée mise au point à Kentville.

pommiers, y compris des parcelles traitées deux fois par année avec du glyphosate (l'équivalent d'une parcelle témoin désherbée).

En Colombie-Britannique, les spécialistes ont étudié les diverses méthodes de lutte contre la végétation dans un verger de pommiers nouvellement implantés. Les résultats ont démontré qu'un sol complètement recouvert d'herbes réduit la croissance des arbres de 20 % et la production de fruits de 50 % comparativement aux vergers soumis à un labour superficiel, à des traitements aux herbicides non résiduels ou à l'application de paillis de plastique noir en vue d'éliminer la concurrence de la végétation durant toute l'année. Par ailleurs, l'élimination de la végétation jusqu'en juillet a également permis d'obtenir une bonne croissance et un bon rendement. En outre, en vérifiant constamment la température du sol dans la zone radiculaire des arbres sous divers systèmes de régie, on a constaté une hausse moyenne de 33 % du nombre d'unités thermiques accumulées dans le sol (base 10 °C) avec le paillis de plastique noir, comparativement à l'herbe.

On a soumis des pommiers à quatre systèmes de formation: sans appui en pyramide, en cloche élancée (une version du fuseau élancé), en palmette Van Roechoudt et en palmette oblique. On a taillé à la française l'axe vertical des pommiers en forme de pyramide et de cloche élancée. Les pommiers Spartan–Ottawa 3 ou Spartan–Malling 26, en forme de cloche élancée et en densité moyenne ou élevée, ont donné les meilleurs rendements tant pour la précocité de récolte, le rendement total et la compacité que pour le calibre des fruits et la rusticité comparativement aux trois autres systèmes de formation étudiés par les chercheurs de la station de Saint-Jean.

En 1983, les pêchers Early Red Haven, taillés et formés pour limiter la croissance tout en maintenant les rendements, se sont bien comportés à Summerland. Des pêchers réguliers à centre ouvert ont surpassé les arbres plantés en angle pour la deuxième fois depuis leur plantation, en 1974. Cependant, leur centre ouvert se referme et, en dépit des efforts, ils commencent à être trop hauts pour qu'on puisse les éclaircir et en récolter les fruits sans échelle. Les arbres plantés en angle et en palmette restent compacts et surpassent de loin les arbres réguliers dans les rendements cumulatifs obtenus jusqu'à maintenant (de 1974 à 1983).

Des clones des pommiers Malling Merton 3 et Malling 7 reproduits *in vitro* et plantés en serre à la station de recherches de Saint-Jean ont été inoculés avec une endomycorrhize. Après 15 semaines, la hauteur, la surface foliaire et la teneur en matière sèche des feuilles du Malling 7 étaient respectivement 1,7, 1,9 et 1,9 fois plus élevées que celles du témoin. Les racines étaient littéralement envahies par le champignon filamenteux. Chez le Malling Merton 3, on n'a observé aucune différence entre les clones inoculés et les témoins. La teneur en cuivre des feuilles a augmenté chez les deux clones et on a noté une hausse de la teneur en phosphore et une baisse de la teneur en potassium chez le Malling 7.

Les kiwis plantés à l'extérieur dans l'Île de Vancouver, il y a 7 ans, ont donné jusqu'à 25 kilogrammes de fruits par plante cette année. Le poids moyen des fruits était de 110 grammes, soit environ 15 grammes de plus que les fruits importés. Une variété à petits fruits a donné 920 fruits sur une seule plante. Bien que les fruits de ce cultivar n'aient pas les qualités requises pour le marché en frais, ils se prêtent bien à la transformation. Six nouveaux cultivars importés l'année dernière de Nouvelle-Zélande et deux autres de Californie se sont bien établis à la station de recherches et de quarantaine des plantes de Saanichton. Ces résultats sont très prometteurs pour l'Île de Vancouver.

À la suite de travaux récents menés à Agassiz, les producteurs d'avelines de la vallée du Fraser, en Colombie-Britannique, peuvent maintenant recourir à l'analyse des tissus foliaires pour planifier l'épandage d'engrais. Auparavant, les producteurs ne pouvaient évaluer que de façon empirique les besoins en engrais et des études ont démontré que cette pratique entraînait l'établissement de carences et de déséquilibres nutritifs. Les producteurs d'avelines, en collaboration avec l'industrie des fertilisants, se servent maintenant de l'analyse des tissus foliaires, ce qui devrait leur permettre de mieux rentabiliser cette culture.

En 1978, à la station de recherches de St. John West, on a planté des boutures enracinées des cultivars de bleuets Chignecto et Augusta, toutes deux mises au point à la station de Kentville, sans obtenir toutefois les résultats escomptés. Cependant, en 1979, des plants de bleuets cultivés en serre à partir de semences de clones à rendement élevé sélectionnés à Kentville, puis transplantés dans un sol tourbeux ont commencé à se propager. Soixante pour cent des plantules ont survécu et les clones n'ont commencé à s'étendre qu'après la taille par brûlage en 1983. Environ 30 % des clones survivants se sont propagés et couvrent maintenant environ 900 cm^2. On pourrait augmenter considérablement les rendements et la qualité des bleuets nains si l'on réussissait à identifier les clones qui pourraient s'acclimater aux conditions de Terre-Neuve.

Onze traitements aux pyréthroïdes ont permis de lutter efficacement contre la lieuse du bleuet lors d'une épidémie importante à Colliers Ridge (Terre-Neuve). Tous les insecticides éprouvés (perméthrine, fenvalérate, cyperméthrine, deltaméthrine et BAY FCR 1272) seront utiles dans un système de lutte intégrée lorsqu'ils seront enregistrés pour la lutte contre la lieuse. On a élevé deux hyménoptères parasites à l'aide de larves de la lieuse du bleuet provenant du Mount Pearl et d'Avondale (Terre-Neuve). Selon l'Institut de recherches biosystématiques, ces deux parasites appartiennent à l'espèce *Itoplectis quadricingulata*. Cette découverte indique donc la présence d'agents de lutte biologique très répandus dans les bleuetières locales même si le niveau de parasitisme est très bas. On a également identifié deux autres parasites appartenant au genre *Gypta*, à Avondale, sans déterminer toutefois si ces organismes parasitent aussi la larve de la lieuse.

Des essais menés à trois endroits dans l'Île-du-Prince-Édouard ont montré que l'herbicide velpar appliqué à raison de 1,5 kilogramme par hectare peut combattre plusieurs espèces de mauvaises herbes communes dans les champs colonisés naturellement par le bleuet nain. Le velpar à lui seul a augmenté les rendements de 50 %. Lorsqu'il est épandu en mélange avec de l'azote, à raison de 50 kilogrammes par hectare, cet herbicide augmente les rendements de presque 100 %. Le velpar est le

the ground. The angle-planted and palmette trees continue to retain their compact habit and still far outdistance the standards in cumulative yields to date (1974–1983).

Clones of Malling Merton 3 and Malling 7 apples, reproduced in vitro and grown in a greenhouse at the Saint-Jean Research Station, were inoculated with endomycorrhyzae. After 15 weeks, the height, the leaf area, and the leaf dry matter of Malling 7 were respectively 1.7, 1.9, and 1.9 times higher than the control. The roots were then heavily colonized by the endomycorrhyzae. No difference was observed in Malling Merton 3 between the inoculated clones and the control. The copper content of the leaves increased in both clones, whereas Malling 7 exhibited an increase in phosphorus and a decrease in potassium.

Kiwi fruit planted outdoors on Vancouver Island 7 years ago yielded as much as 25 kilograms per plant this year. Fruit weight averaged 110 grams, about 15 grams higher than that of imported kiwi fruit. One small-fruited cultivar yielded 920 fruits on a single vine. Although the fruits of this cultivar are not suitable for the fresh market, they are suitable for processing. The six new cultivars imported last year from New Zealand and two others from California are well established at the Saanichton Research and Plant Quarantine Station. These results are very encouraging for the development of a new industry for Vancouver Island.

Filbert growers in the Fraser Valley of British Columbia can now use analyses of leaf tissue to guide their fertilizer program, as a result of recent research completed at Agassiz. Previously, growers could only guess at the fertilizer requirements, and survey work showed that nutrient deficiencies and imbalances had developed. Filbert growers, in cooperation with the fertilizer industry, have now put the leaf-tissue analysis system into operation, which should improve the economics of production.

At the St. John's West Research Station, rooted cuttings of the Kentville blueberry cultivars Chignecto and Augusta were planted in 1978 but have failed to spread as anticipated. In contrast, blueberry plants grown from the seed of Kentville high-yielding select clones, planted in the greenhouse and transplanted on peat soil in 1979, have started to spread. Forty percent of the plantings failed to survive, and clones did not spread until after pruning by burning in 1983. Approximately 30% of surviving clones have spread to cover an area of about 900 square centimetres. Yields and quality of lowbush blueberries can be significantly upgraded if future research can identify select clones readily adaptable to Newfoundland.

Eleven pyrethroid insecticide treatments gave significant control of the blueberry leaftier in a heavy infestation at Colliers Ridge, Nfld. All of the insecticides tested (permethrin, fenvalerate, cypermethrin, deltamethrin, and BAY FCR 1272) would be useful in a pest management system after they are registered for leaftier control. Two hymenopterous parasites were reared from blueberry leaftier larvae collected at Mount Pearl and Avondale, Nfld. Both were identified by the Biosystematics Research Institute as *Itoplectis quadricingulata*. This discovery indicates that some natural control factors do occur widely throughout local blueberry growing areas, even though the level of parasitism is very low. Two other parasites collected at Avondale were identified as *Gypta* species, but it has not been determined if these species are parasites of the leaftier larva.

Trials conducted at three sites in Prince Edward Island showed that the herbicide velpar at 1.5 kilograms per hectare can control several common weed species in native fields of lowbush blueberry. Velpar alone increased yields by 50%. When combined with nitrogen added at 50 kilograms per hectare, velpar yields increased by almost 100%. Velpar is the first effective herbicide available to local blueberry producers, and its use is expected to double the yield of native stands throughout the Atlantic Provinces.

Research at Saint-Jean suggests that the highbush blueberry cultivars Blueray, Berkeley, Bluecrop, and Northland are the most productive for a commercial plantation. The incorporation of sawdust before planting, followed by either a mulch of sawdust or the installation of a drip irrigation system, is also recommended.

Testing of day-neutral strawberries at the Vancouver Research Station indicates that greater self-sufficiency in fresh-market production in British Columbia is within reach. New releases from breeding programs in Washington and California have shown much potential. Soon after the standard, short-day cultivars have finished fruiting, day-neutral cultivars begin to produce fruit of acceptable size and quality and continue to fruit until the first frost. In the Fraser Valley these new cultivars could provide fresh local strawberries well into October.

Two Kentville strawberry selections tolerant of red stele, a disease caused by *Phytophthora fragariae*, fruited in regional trials at Kentville, Charlottetown, Fredericton, and Buctouche. Marketable yields were equal to or better than those from the standard Redcoat. Fruit size of one selection was better than, and the other equal to, that of Redcoat. Appearance and fruit quality of both selections were very satisfactory, making them most promising as a means of alleviating the very serious red stele problem in strawberries.

The red raspberry breeding program at the Vancouver Research Station is aimed at developing cultivars that are suitable for machine harvesting, that meet particular types of markets, and that possess especially desirable characteristics, such as disease resistance and spine-free canes. Cultivars now recommended for machine harvesting are Nootka, followed by Meeker, Skeena, and Willamette. The new, advanced selections from the breeding program are also noted for their good harvesting quality and for their superiority and commercial potential in the frozen dessert pack market, which brings a higher return for the grower. Resistance to spur blight was recently transferred to progeny from crosses of selected North American red raspberry seedlings. These resistant progenies were back-crossed to the cultivar Meeker, and the progeny from these crosses are now being selected for resistance and fruit quality. Progress is also being made in the incorporation of the gene for the elimination of spines from raspberry canes.

Over the past 3 years, scientists at the Vancouver Research Station have tested enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and found it effective for determining the incidence of sap-transmissible viruses in red raspberry plants and grapevines. In 1983, the ELISA procedure was used to map the occurrence of tomato ringspot virus in a commercial plot. All indexed plants were also examined for visual symptoms. Very few of the infected plants identified by the ELISA procedure showed visible diagnostic symptoms until 2 or even 3 months later. This experiment demonstrates the usefulness of ELISA as an early detection device. A recent survey of tissue samples from numerous experimental and quarantined grapevine plantings in British Columbia in which the ELISA technique was used disclosed the presence of grape fanleaf virus in two samples and of arabis mosaic virus in 16 samples.

At the Saint-Jean Research Station, 59 commercial cabbage cultivars susceptible to clubroot and 86 cabbage plants selected from 25 clubroot-resistant breeding lines were analyzed for levels of goitrin, volatile isothiocyanates, and thiocyanate ion. In the commercial cultivars, the thiocyanate ion content, in micrograms per gram on a dry-weight basis, ranged from 170 to 991, with a mean of 340. In comparison, the thiocyanate ion content in the breeding lines ranged from 34 to 1059, with a mean of 199. Several of the clubroot-resistant breeding lines were found to be low in goitrin or isothiocyanates. Four lines completely free from goitrin were also selected. The dominant gene responsible for resistance to the clubroot pathogen *Plasmodiophora brassicae* has been trans-

premier herbicide efficace disponible pour les producteurs de bleuets locaux et on s'attend à ce que son emploi double les rendements des peuplements naturels dans les provinces de l'Atlantique.

Des études menées à Saint-Jean laissent présumer que les cultivars de bleuets en corymbe Blueray, Berkeley, Bluecrop et Northland sont les plus productifs en cultures commerciales. Les chercheurs recommandent également l'incorporation de sciure de bois au sol avant la plantation, puis l'application d'un paillis de sciure de bois ou l'installation d'un système d'irrigation goutte-à-goutte.

Les essais avec les cultivars de fraises insensibles à la photopériode à la station de recherches de Vancouver indiquent que ce secteur pourrait bientôt réussir à approvisionner le marché en frais en Colombie-Britannique. De nouveaux cultivars créés dans le cadre de programmes de sélection dans les états de Washington et de Californie recèlent également beaucoup de possibilités. Aussitôt que les cultivars réguliers cessent de fructifier, les cultivars insensibles à la photopériode commencent à donner des fruits de taille et de qualité acceptables jusqu'aux premières gelées. Dans la vallée du Fraser, ces nouveaux cultivars pourraient approvisionner le marché local en fraises fraîches jusqu'en octobre.

Deux sélections de fraises de Kentville résistantes à la stèle rouge, une maladie causée par le *Phytophthora fragariae*, ont fructifié lors d'essais régionaux menés à Kentville, Charlottetown, Fredericton et Buctouche. De plus, elles ont affiché un rendement commercialisable égal ou supérieur à celui de la variété courante, le Redcoat. Le calibre des fruits était supérieur dans un cas et égal dans l'autre à celui du Redcoat. Leur aspect et la qualité de leurs fruits étant très satisfaisants, ces deux sélections sont des plus prometteuses pour atténuer les très graves effets de la stèle rouge chez la fraise.

Le programme d'amélioration génétique du framboisier rouge en cours à la station de recherches de Vancouver vise à mettre au point des cultivars qui se prêtent à la récolte mécanisée, répondent à des besoins précis et affichent des caractéristiques particulièrement souhaitables, notamment la résistance aux maladies et l'absence de dards sur les cannes. Le Nootka, le Meeker, le Skeena et le Willamette sont par ordre décroissant les cultivars maintenant recommandés pour la récolte automatisée. Les nouvelles sélections avancées du programme d'amélioration se distinguent également par leur facilité de récolte, ainsi que par leur supériorité et leur potentiel commercial sur le marché des desserts congelés, un débouché plus rentable pour le producteur. La résistance à la brûlure des dards a récemment été transmise par des croisements de certains semis nord-américains de framboisier rouge à la descendance. Ces descendants résistants ont ensuite été rétrocroisés au cultivar Meeker, et leur descendance fait maintenant l'objet de sélection à l'égard de la résistance et de la qualité des fruits. On enregistre également des progrès dans l'incorporation du gène responsable de l'élimination des dards sur les cannes de framboisiers.

Au cours des 3 dernières années, des chercheurs de la station de Vancouver ont prouvé au moyen d'expériences que le test immuno-enzymatique (ELISA) était efficace pour mettre en évidence les virus transmissibles par la sève chez le framboisier rouge et la vigne. En 1983, ils se sont servis de la méthode ELISA pour cartographier la présence du virus des taches annulaires de la tomate dans une parcelle commerciale. Ils ont également noté les symptômes apparents chez tous les indicateurs. Très peu de plantes atteintes d'après la méthode ELISA ont affiché des symptômes diagnostiques visibles avant 2 ou même 3 mois. Cette expérience montre donc l'utilité du test ELISA pour détecter tôt la présence des virus. En examinant récemment des échantillons de tissus de nombreux plants de vignes expérimentaux et mis en quarantaine en Colombie-Britannique après avoir été soumis à la technique ELISA, les chercheurs ont découvert la présence du virus du court noué de la vigne et du virus de la mosaïque de l'arabette dans 2 et 16 échantillons respectivement.

À la station de recherches de Saint-Jean, 59 cultivars commerciaux de chou sensibles à la hernie et 86 plants de chou choisis parmi 25 lignées de sélection résistantes à la hernie ont été analysés à l'égard de leur teneur en goitrine, en isothiocyanates volatils et en ions thiocyanate. La teneur en ions thiocyanate des cultivars commerciaux variait de 170 à 991 microgrammes par gramme de poids sec, la moyenne s'établissant à 340. En comparaison, cette valeur dans les lignées de sélection atteignait entre 34 et 1 059, avec une moyenne de 199. Plusieurs lignées de sélection résistantes à la hernie étaient pauvres en goitrine ou en isothiocyanates. Les chercheurs ont également sélectionné quatre lignées exemptes de goitrine. Le gène dominant de la résistance au micro-organisme pathogène, le *Plasmodiophora brassicae*, agent causal de la hernie, a été transmis du brocoli au chou. Enfin, les chercheurs ont sélectionné trois lignées très résistantes à partir de l'essai au champ.

La moucheture noire du chou est une maladie physiologique d'origine inconnue qui empêche le long entreposage du chou. C'est une maladie sournoise qui peut se développer soudainement chez les légumes retirés de l'entrepôt ou déplacés dans un autre entrepôt sous de nouvelles conditions. Dans l'entreposage en atmosphère modifiée où le rapport de gaz carbonique s'établit entre 5 et 9 %, les pertes chez le chou Houston Evergreen étaient directement liées à la concentration de ce gaz. Cette découverte constitue une nouvelle piste prometteuse dans l'étude de la moucheture noire et des moyens de lutter contre elle.

La station de recherches de London a examiné plus de 6 000 pupes de mouche du chou recueillies à St. John et à Wooddale (T.-N.) à l'égard de leur résistance aux organo-phosphorés et aux carbamates. Les deux lignées de Terre-Neuve ont affiché une sensibilité au carbofuran, au fensulfothion et au diazinon semblable à celle d'une lignée sensible de London. Comme les mouches de Terre-Neuve ont été élevées à partir de pupes recueillies sur le terrain, les différences entre les deux lignées n'étaient pas significatives, et il n'y avait aucune indication d'une accumulation de la résistance aux organo-phosphorés ou aux carbamates. Les essais sur le terrain menés à Saint-Jean et à Wooddale avec des organo-phosphorés et des carbamates ont revélé que le fensulfothion, en applications simple et fractionnée, était inefficace dans les deux localités. L'efficacité du carbofuran était de 74 % à St. John, mais n'atteignait que 49 % à Wooddale. Des 11 insecticides évalués, le chlorfenvinphos et le turbofos donnaient les meilleurs résultats aux deux endroits, éliminant entre 95,2 et 99,5 % des mouches du chou. Comme les lignées de mouche du chou de Saint-Jean et de Wooddale ne sont pas résistantes aux organo-phosphorés et aux carbamates, les résultats obtenus dans les deux localités donnent à penser que le carbofuran et le fensulfothion seraient décomposés par les micro-organismes du sol.

À Agassiz, 4 ans d'essais coopératifs avec les producteurs et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique ont montré qu'il était possible de produire des choux-fleurs d'hiver dans le sud côtier de cette province. Les cultivars Armado Quick, Armado April, Armado May et Armado Clio sont recommandés pour des récoltes successives de mars à mai. Dans les régions les mieux protégées, le repiquage au début de juillet a été couronné de succès, tandis que dans les régions soumises à un gel plus profond et à des vents desséchants, le repiquage après le 15 juillet semble être des plus prometteurs.

Le puceron de l'asperge, le *Brachycolus asparagi*, qui limite la production de l'asperge en Colombie-Britannique depuis 1979, a été récemment observé en nombre croissant dans les plantations

ferred to broccoli from cabbage. Three highly resistant lines were selected from the field trial.

Black spec of cabbage, better known as pepper spot, is a physiological disease of unknown origin that precludes long storage of cabbage. Deceptively, it develops en masse when produce is removed from storage or transferred to new storage conditions. In modified-atmosphere storage with carbon dioxide ratios of 5–9%, losses in Houston Evergreen cabbage correlated directly with the concentration of carbon dioxide. This finding constitutes a new and promising lead in the study and control of pepper spot.

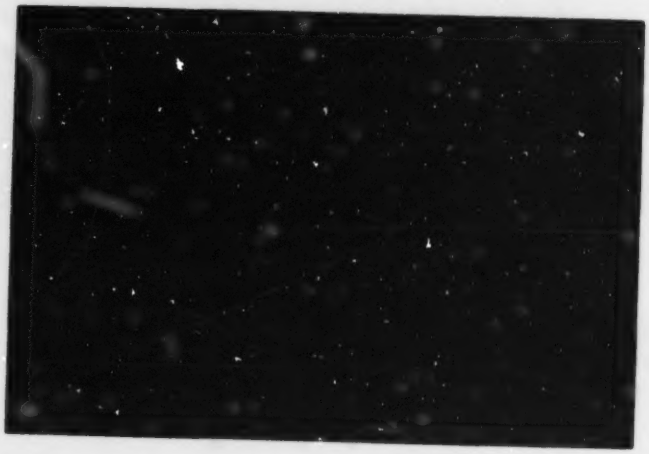
More than 6000 cabbage maggot pupae collected at St. John's and Wooddale, Nfld., were screened by the London Research Centre for resistance to organophosphate and carbamate pesticides. Both Newfoundland strains displayed a degree of susceptibility to carbofuran, fensulfothion, and diazinon similar to that of susceptible strains from London. Since the Newfoundland flies were reared from field-collected pupae, differences between the two strains were not significant, nor was there any indication of a buildup of organophosphate or carbamate resistance in the two strains. Field tests conducted at St. John's and Wooddale with organophosphate and carbamate insecticides revealed that fensulfothion, both in single and split applications, was ineffective at both localities. Carbofuran was 74% effective at St. John's, but only 49% effective at Wooddale. Of 11 insecticide treatments evaluated, chlorfenvinphos and turbofos were most effective at both localities, providing 95.2–99.5% control of root maggots. Because the St. John's and Wooddale strains of root maggot flies are not resistant to organophosphate and carbamate insecticides, results at both localities seem to support the possibility that carbofuran and fensulfothion are biodegraded by soil microorganisms.

At Agassiz, 4 years of cooperative trials with growers and the British Columbia Ministry of Agriculture and Food have shown the feasibility of producing overwintered cauliflower in south coastal British Columbia. For a succession of harvests from March to May, the following cultivars are recommended: Armado Quick, Armado April, Armado May, and Armado Clio. In the most protected areas, early July planting has been successful, whereas in areas subject to heavier freezing and desiccating winds, planting after 15 July appears to be most promising.

The European asparagus aphid *Brachycolus asparagi* has been the limiting factor in asparagus production in British Columbia since 1979 and has recently been observed in increasing numbers in asparagus plantings in Ontario. Research at the Vancouver Station showed that the aphid injects a toxin into asparagus while feeding and that this toxin causes severe growth abnormalities and even death of the plants. As few as five aphids on 10 grams of asparagus foliage can cause a 20% loss of yield in the following year's harvest. Studies over the past 3 years have led to the registration and recommendation of two insecticides, pirimicarb and dimethoate, for the control of this aphid. Pirimicarb is an excellent aphicide that does not harm beneficial insects such as honey bees and natural predators of the aphids.

At Saint-Jean, the presence of ethion in radishes at harvest was not detected at the detection limit of 0.007 parts per million when radishes were treated with ethion-thyram G at seeding. These results should support the registration of this insecticide for limited use on radishes.

At Fredericton, one aspect of research designed to broaden the genetic base of potato breeding is the use of primitive, cultivated *Andigena* potatoes from the Andes. Hybrid families of adapted *Andigena* potatoes and conventional *Tuberosum* breeding lines have average total yields of up to 20% higher than their *Tuberosum* parents, but they are later maturing and produce many tubers below marketable size. New experiments in which selections from these hybrids have been backcrossed to *Tuberosum* parents show that increased yields can be maintained while improving both maturity and tuber size.



Black spec, a disease of unknown cause that limits the storage time of cabbage.

La moucheture noire, une maladie de cause inconnue, réduit la durée de conservation du chou.

The large-scale use of metribuzin as a herbicide in potatoes has revealed several cultivars with a relatively high sensitivity to this herbicide. In a genetic study conducted at the Fredericton Research Station, metribuzin sensitivity among cultivated diploid potatoes was found to be controlled by a single recessive gene. This gene, which occurs at a relatively high frequency in several accessions of cultivated diploid germ plasm, may have potential as a marker in future genetic studies. Its discovery also has implications for cultivar development as well as for the field maintenance of germ plasm resources.

Investigations of the rapid multiplication of new potato cultivars and disease-free clones are also under way. Propagation by means of stem cuttings is enhanced by covering the shoot apex of the mother plant to reduce suppression of the axillary shoots. The use of rooting hormones and activated charcoal in the soil mix also enhances the growth of the stem cuttings. Production of small tubers by leaf bud cuttings can be maximized by controlling the day length and the age of the mother plant.

Testing potato cultivars on an international scale is a demanding and expensive task. The Fredericton Research Station has been working with the International Potato Center, Lima, Peru, testing cultivars under diverse environments. Reports indicate that the response pattern of a cultivar can be adequately described by a relatively simple biometrical model. The model can then be used to predict the performance of a cultivar in an environment where it has not been previously grown. For the purpose of prediction, the model requires a productivity measure of the untested environment. This measure can be achieved by growing a set of standard cultivars in the untested environment. The use of this predictive model should improve efficiency and reduce costs of potato cultivar evaluation for potential export markets. It should also improve methods of evaluating potential cultivars within Canada.

With the release of the cultivar Brigus, further success in the control of potato wart through the use of resistant cultivars has been achieved by the St. John's Research Station. Plants of Brigus are midseason in maturity and produce heavy yields of smooth, purple-skinned tubers with a creamy yellow flesh. Future expansion of the area planted to wart-resistant cultivars will substantially reduce the number of fungal spores occurring in infested soils and decrease the likelihood of potato wart disease spreading to noninfested soils.

Brigus, a new cultivar resistant to potato wart, was developed at St. John's West.

Le Brigus, un nouveau cultivar de pommes de terre créé à St. John's West, est résistant à la tumeur verruqueuse.

d'asperges de l'Ontario. Selon les recherches effectuées à la station de Vancouver, la toxine injectée par l'insecte dans l'asperge dont il se nourrit cause de graves anomalies de croissance et même la mort des plantes. Cinq pucerons sur 10 grammes de feuillage d'asperge peuvent entraîner une perte de 20 % du rendement dans la récolte de l'année suivante. Des études menées au cours des 3 dernières années ont conduit à l'homologation et à la recommandation de deux insecticides, le pirimicarbe et le diméthoate, pour lutter contre ce puceron. Le pirimicarbe est un excellent aphicide qui ne nuit pas aux insectes utiles comme les abeilles et les prédateurs naturels des pucerons.

À Saint-Jean, la teneur en éthion des radis au moment de la récolte était inférieure à la limite de détection de 0,007 parties par million lorsque le traitement à l'éthion-thirame G était appliqué au moment du semis. Ces résultats devraient favoriser l'homologation de cet insecticide pour usage limité sur les radis.

Dans le but d'élargir le patrimoine génétique servant à l'amélioration de la pomme de terre, les chercheurs de Fredericton ont recours à des pommes de terre primitives et cultivées du genre *Andigena* provenant des Andes. Les familles hybrides formées de pommes de terre *Andigena* adaptées et de lignées de sélection *Tuberosum* classiques affichent un rendement total moyen jusqu'à 20 % supérieur à celui de leurs parents *Tuberosum*. Cependant, elles sont plus tardives et produisent de nombreux tubercules dont la taille est inférieure au calibre commercialisable. De nouvelles expériences au cours desquelles des sélections de ces hybrides ont été rétro-croisées avec les parents *Tuberosum* montrent que l'on peut maintenir un rendement accru tout en améliorant la précocité et le calibre des tubercules.

En utilisant la métribuzine à grande échelle sur les pommes de terre, on s'est aperçu que plusieurs cultivars étaient relativement très sensibles à cet herbicide. Dans le cadre d'une étude génétique menée à la station de Fredericton, les chercheurs ont découvert qu'un seul gène récessif était responsable de la sensibilité des pommes de terre diploïdes à la métribuzine. Ce gène, qui est relativement fréquent dans plusieurs lignées diploïdes cultivées, pourrait être un bon traceur lors de futures études génétiques. Cette découverte a également des retombées sur l'amélioration des cultivars ainsi que sur le maintien des ressources génétiques.

Des recherches sur la multiplication rapide des nouveaux cultivars de pomme de terre et des clones exempts de maladies sont également en cours. On a ainsi découvert que la propagation au moyen de boutures de tige réussit mieux si l'on couvre l'apex de la pousse de la plante mère. Ce procédé atténue la dominance de la plante mère et favorise le développement des pousses axillaires. L'utilisation d'hormones d'enracinement et de charbon activé dans le mélange de sol favorise également la croissance des boutures de tige. En outre, on peut maximiser la production de petits tubercules par les boutures de bourgeons foliaires en contrôlant la photopériode et l'âge de la plante mère.

L'évaluation des cultivars de pomme de terre à l'échelle internationale est difficile et coûteuse. La station de recherches de Fredericton travaille de concert avec le Centre international de la pomme de terre de Lima, au Pérou, à mettre des cultivars à l'essai sous diverses conditions de l'environnement. Selon les rapports, il est possible de décrire adéquatement le type de réponse d'un cultivar d'après un modèle biométrique relativement simple. Ce modèle peut alors être utilisé pour prévoir le rendement d'un cultivar dans un milieu où il n'a pas encore été cultivé, à condition d'avoir une mesure de la productivité du milieu en question. Cette mesure s'obtient en cultivant une série de cultivars courants à cet endroit. Grâce aux prévisions obtenues à l'aide du modèle, on devrait pouvoir évaluer plus efficacement et à moindre coût les cultivars de pomme de terre pour l'exportation. L'utilisation du modèle devrait également améliorer les méthodes d'évaluation des cultivars potentiels au Canada.

Avec le lancement du cultivar Brigus, la station de recherches de Saint John's West a encore marqué des points dans la lutte contre la tumeur verruqueuse de la pomme de terre au moyen de cultivars résistants. Le Brigus est un cultivar de moyenne saison à rendement élevé de tubercules lisses, à peau pourpre et à chair jaune crémeux. L'expansion future de la superficie consacrée aux cultivars résistants à la tumeur verruqueuse réduira considérablement le nombre de spores fongiques dans les sols contaminés et diminuera le risque de la propagation de cette maladie aux sols intacts.

Une étude sur le pouvoir infectieux et la longévité des sporanges de la tumeur verruqueuse de la pomme de terre sur le terrain a montré que l'on pouvait enrayer la maladie en augmentant le pH du sol. L'addition d'urée a causé une hausse rapide du pH, qui est revenu plus tard au niveau de référence; le nitrate d'ammonium a produit une hausse moins importante du pH qui s'est ensuite abaissé sous le niveau de référence; la chaux a maintenu un pH légèrement plus élevé que le niveau de référence. On a donc associé l'élimination de la maladie à l'élévation du pH par l'urée, mais pas particulièrement à celle causée par la chaux. Comme les résultats en serre n'étaient pas aussi frappants qu'au champ, il semble que les facteurs qui enraient la maladie n'agissent que dans les sols contaminés par les sporanges de la tumeur verruqueuse de la pomme de terre. En suspension aqueuse, le tissu verruqueux traité antérieurement à basse température a infecté rapidement les germes de tubercules. L'infection s'est manifestée facilement à 10 °C après 4 heures de contact. En analysant la paroi et le contenu des sporanges au repos, on a découvert de grandes réserves lipidiques et une couche de cire couvrant l'infrastructure chitineuse de la paroi. On a ensuite caractérisé et déterminé le poids moléculaire de la chitine. En outre, on a évalué la teneur en acides aminés de la paroi et montré l'absorption de glycine. La longévité des sporanges de la tumeur verruqueuse, lesquels survivent jusqu'à 40 ans, semble ainsi être liée à la structure de la paroi et aux réserves énergétiques.

L'éradication de la flétrissure bactérienne dans les stocks de pommes de terre a été entravée par la difficulté de relever des traces de la bactérie causale *Corynebacterium sepedonicum* dans les plantations et les stocks de semences. Dans le cadre d'études menées à la station de Lethbridge, les chercheurs ont découvert que la lumière empêche les symptômes d'apparaître. En effet, une diminution de l'énergie lumineuse quotidienne totale entraîne un

An investigation of infectivity and longevity of potato wart sporangia in the field showed that disease suppression can be associated with increased pH level in the soil. Urea caused a rapid rise in pH, which later returned to the check level; ammonium nitrate produced less rise in pH, and then fell to below check level; limestone maintained a slightly higher pH than the check. Disease suppression was associated with the elevated pH caused by urea, but not particularly with that caused by limestone. Greenhouse results were not as striking as field results, which suggests that disease-suppressive factors are active in soils infested with potato wart sporangia. In aqueous suspension, wart tissue that had been treated at low temperatures promoted rapid infection of tuber sprouts. Infection occurred most readily at 10°C with 4 hours of contact. Analysis of the wall and content of resting wart sporangia revealed large stores of lipids and a layer of wax covering the protein chitin wall substructure. The chitin protein was characterized and its molecular weight determined. The amino-acid content of the wall was also examined and the uptake of glycine demonstrated. The longevity of the wart sporangia, which survive for up to 40 years, therefore appears to be related to wall construction and storage of energy components.

The eradication of bacterial ring rot from potato stocks has been hampered by the difficulty of detecting trace amounts of the causal bacterium *Corynebacterium sepedonicum* in field plantings and seed stocks. In studies at the Lethbridge Research Station, light was found to affect symptom expression. As the total daily light energy received by the plants decreased, the rate of growth of plants affected by the disease decreased and the severity of the disease symptoms increased. From this evidence, fields should be inspected for ring rot in mid to late August, when lower light levels favor maximum symptom expression. Current research will also help to determine the factors that allow infected potato plants to remain symptomless throughout a growing season.

Scientists from the Vancouver Research Station recently established the first record of the presence of tobacco rattle virus in Canada. In a cooperative study with provincial staff in Alberta and Saskatchewan, they noted that potato tubers grown in sandy locations in those provinces exhibited symptoms of the virus. Subsequent serological and electron microscopic investigation, as well as host reaction tests, confirmed its identity. Surveys are now under way to determine the prevalence of the virus and its possible threat to the seed potato industry.

Each year new potato cultivars are added to the collection of virus-free clones at the Vancouver Research Station, with the use of the techniques of heat therapy and meristem tip culture for virus eradication. These virus-free seed potatoes are used in improvement programs around the world. At the request of agencies and growers, samples were distributed in 1983 all over North America, as well as to Australia, Korea, Peru, the Philippines, and the USSR.

Research has been completed at Charlottetown on the use of low-volume, controlled-droplet application (CDA) spray nozzles for applying fungicides that control late blight on potato. The CDA spray nozzles offer producers an alternative to conventional cone spray nozzles. The new nozzles reduce the need for large water trucks in the field and for large tractors for spraying, as well as the frequency of filling up. However, the results indicate that more late blight developed in plots sprayed with CDA nozzles than in plots sprayed with conventional cone nozzles. Field observations showed that even in minimal wind (less than 15 kilometres an hour), some spray drift occurred with the CDA nozzles.

A nondestructive method for rapidly evaluating the boiling quality of potatoes was developed at the Morden Research Station. The method, which assesses the degree of sloughing, the degree of darkening after cooking, and the color of potato tubers, is rapid, convenient, reproducible, and highly suitable for evaluating a large number of samples. This technology is particularly useful to potato breeders in their selection programs and to the industry in monitoring commercially stored potatoes.

Analyses performed at Lethbridge showed that concentrations of chlorogenic acid, a factor associated with the darkening of potato-tuber tissue after cooking, were consistently higher in tubers produced in parts of the north-central region of Alberta than in those produced at more southerly locations of the province. These differences might be associated with climatic and soil conditions. Cool temperatures at harvest and high levels of organic matter in the soil have been documented as factors that increase the chlorogenic acid content of tubers.

Considerable emphasis has been placed on the use of understocks resistant to tomato ring spot virus (TRSV) to limit virus infection within vineyards. Although studies at the Vineland Research Station have shown that these understocks provide long-term protection against scion infection in DeChaunac, recent surveys of the field plantings demonstrated resistance in the scionwood even when susceptible understocks were used. Such understocks, although supporting TRSV infection themselves, failed to infect the scionwood. It appears that the graft union itself plays a more important role in limiting virus movement into the scionwood than has been previously recognized. This characteristic can be used to control effectively the spread of the disease in vineyards by planting scions grafted onto their own understock. This procedure would eliminate the need for careful selection of a resistant understock that does not suppress the yield or quality of the crop. In light of this observation, both the understock and the scion of grafted vines imported from overseas in the future should be virus-indexed before the material is released from quarantine.

Many vinifera and vinifera hybrid grape cultivars, because of their extremely tight bunches, were shown to be highly susceptible to bunch rot caused by *Botrytis cinerea*, as well as to bunch breakdown and subsequent infection by yeasts as the bunches mature. Increased incidence of resistance of the bunch rot organism to the fungicide iprodione makes it essential that alternative control measures are available. At Vineland Research Station the use of the

William Baffin, a winter-hardy, disease-resistant, climbing rose released by Ottawa Research Station.

Le William Baffin, un nouveau cultivar de rosier grimpant créé à la station de recherches d'Ottawa, résiste au froid hivernal et aux maladies.

ralentissement de la croissance des plantes atteintes et une aggravation des symptômes de la maladie. Compte tenu de ces résultats, on devrait inspecter les champs, du milieu à la fin d'août, pour y déceler la flétrissure bactérienne lorsque la luminosité plus faible permet de mieux voir les symptômes. Les recherches actuelles aideront également à déterminer les facteurs qui empêchent l'apparition des symptômes pendant toute une saison de végétation chez les plants de pomme de terre infectés.

Des chercheurs de la station de Vancouver ont récemment confirmé la première manifestation du virus du rattle du tabac au Canada. Dans le cadre d'une étude coopérative avec le personnel provincial de l'Alberta et de la Saskatchewan, ils ont noté que les tubercules de pomme de terre cultivés dans des endroits sablonneux de ces provinces affichaient des symptômes du virus. Par la suite, des examens sérologiques et au microscope électronique, ainsi que des épreuves d'indexage, ont confirmé l'identité du virus. Des enquêtes sont actuellement en cours pour déterminer la fréquence du virus et la menace qu'il pourrait représenter pour le secteur de la pomme de terre de semence.

Chaque année, les chercheurs de la station de Vancouver ajoutent de nouveaux cultivars de pomme de terre à la collection de clones exempts de virus, en ayant recours à la thermothérapie et à la culture de méristèmes pour l'éradication des virus. Ces pommes de terre de semence exemptes de virus sont utilisées dans les programmes d'amélioration à l'échelle mondiale. À la demande des organismes et des producteurs, des échantillons ont été distribués en 1983 en Amérique du Nord, ainsi qu'en Australie, en Corée, au Pérou, aux Philippines et en U.R.S.S.

Les recherches entreprises à Charlottetown sur l'utilisation de buses qui permettent le contrôle de la grosseur des gouttelettes et réduisent la quantité de fongicides utilisés dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre sont maintenant terminées. Solution de rechange aux buses à jet conique classiques, avantageuse pour le producteur, l'utilisation de ces nouvelles buses requiert moins de gros camions-citernes dans le champ, de gros tracteurs pour la pulvérisation et de remplissages des réservoirs. Toutefois, les résultats indiquent qu'il y a plus de mildiou dans les parcelles pulvérisées avec ces buses spéciales que dans les parcelles traitées avec les buses classiques. Les observations au champ ont montré que, même par vent minimal (moins de 15 km à l'heure), il y a eu de la dérive des buées avec ces buses spéciales.

La station de recherches de Morden a mis au point une méthode pour estimer rapidement et sans dommage l'aptitude à bouillir des pommes de terre. La méthode, qui sert à évaluer l'étendue du délitement, c.-à-d. le degré de noircissement après la cuisson, et la couleur des tubercules de pommes de terre est rapide, pratique, reproductible et hautement appropriée à l'examen d'un grand nombre d'échantillons. Cette technologie est particulièrement utile aux améliorateurs de pommes de terre dans le cadre de leurs programmes de sélection ainsi qu'au secteur industriel pour la surveillance des pommes de terre dans les entrepôts commerciaux.

D'après les analyses effectuées à Lethbridge, la concentration en acide chlorogénique, un facteur associé au noircissement du tissu des tubercules de pommes de terre après la cuisson, était toujours supérieure dans les tubercules provenant de certaines parties de la région centre-nord de l'Alberta que dans ceux produits plus au sud de la province. On pourrait associer cette différence aux conditions climatiques et édaphiques. Dans la documentation scientifique, on cite que la température fraîche au moment de la récolte et le sol très riche en matière organique sont des facteurs qui augmentent la teneur en acide chlorogénique des tubercules.

On a beaucoup insisté sur l'utilisation de porte-greffes résistants au virus des taches annulaires de la tomate dans le but de limiter l'infection virale dans les vignobles. Même si les études menées à la station de recherches de Vineland ont montré que ces porte-greffes offrent une protection à long terme contre l'infection du greffon chez le cultivar De Chaunac, un examen récent des plantations a montré que le bois de greffe affichait de la résistance même si l'on avait utilisé des porte-greffes sensibles. Ces derniers, atteints de virose, n'ont pas réussi à contaminer le bois de greffe. La soudure de la greffe jouerait donc un rôle plus important que prévu dans la limitation des mouvements des virus. On peut donc tirer profit de cette caractéristique pour lutter efficacement contre la propagation de la maladie dans les vignobles en plantant des greffons greffés sur leur propre porte-greffe. On n'aurait plus besoin de choisir avec soin un porte-greffe résistant qui ne nuit pas au rendement ni à la qualité de la récolte. Compte tenu de cette remarque, le porte-greffe et le greffon de vignes greffées importées d'outre-mer devraient à l'avenir être exempts de virus avant la sortie de la quarantaine.

En raison de leurs grappes extrêmement serrées, de nombreux cultivars de raisins *vinifera* et des hybrides de *vinifera* sont très sensibles à la pourriture grise causée par le *Botrytis cinerea*, ainsi qu'à la décomposition des grappes et à leur infection ultérieure par les levures au fur et à mesure qu'elles mûrissent. Compte tenu de la résistance accrue de l'agent causal de la pourriture grise au fongicide iprodione, il est essentiel de mettre au point d'autres mesures de lutte. Les chercheurs de la station de Vineland ont réussi à allonger les grappes des cultivars Seyval blanc et Johannisberg Riesling en pulvérisant une solution diluée d'acide gibbérellique, un régulateur de croissance, avant la floraison, au moment où les premières grappes mesuraient 6 cm de longueur. Ces grappes moins serrées comptaient significativement moins de baies infectées que les vignes non traitées. Il s'agit d'un traitement qui peut remplacer les fongicides pour réduire les pertes élevées que certains de nos cultivars les plus prisés subissent chaque année.

Les essais menés à Summerland ont montré qu'une seule application différée de glyphosate à la fin de mai, ou suivie, en cas d'un fort envahissement par les mauvaises herbes, par une application de dichlobénil à faible dose concentré ont éliminé avec succès les mauvaises herbes pendant toute la saison de végétation dans les vignobles. Le dichlobénil appliqué une seule fois à dose supérieure à la fin de l'automne ou au début du printemps a également réussi à bien éliminer les mauvaises herbes, mais son utilisation dans les sols grossiers comporte des dangers. Les essais approfondis sur les herbicides rémanents oryzalin et napropamide ont montré que leur application sur les sols grossiers ne comportait aucun risque; cependant, on attend encore que ces produits soient homologués.

En 1983, la station de recherches d'Ottawa a lancé le William Baffin, un cultivar de rosier grimpant résistant à l'hiver et aux maladies.

Les chrysanthèmes cultivés en pots dans la serre de la station de recherches à Kentville ont répondu favorablement à un éclairage supplémentaire à vapeur de sodium à haute pression au cours des trois stades de production (enracinement, jours longs et jours courts) en affichant un taux de croissance supérieur et une meilleure qualité au moment de la récolte. Toutefois, les plantes ont mieux profité de l'éclairage au cours de l'enracinement et des jours longs. On obtient d'ailleurs les mêmes résultats dans les serres commerciales équipées des éclairages les plus efficaces, où on a besoin de moins de lampes pour éclairer le même nombre de plantes étroitement rapprochées au cours de ces étapes de production.

À la station de recherches et de quarantaine des plantes de Saanichton, la diminution de la température ambiante normale d'une serre de 20 à 16 °C le jour et de 16 à 12 °C la nuit de novembre à mars s'est soldée par une réduction de 26 % de la floraison par plante de *Gerbera* cultivée sous la lumière naturelle du jour. Cependant, les plantes qui ont reçu un éclairage supplémentaire à vapeur de sodium à haute pression (VSHP), à basse température ambiante, ont produit 36 % plus de fleurs que celles

growth regulator gibberellic acid, applied as a diluted spray before blooming, when the primary cluster is 6 centimetres long, lengthened the bunches on the cultivars Seyval Blanc and Johannisberg Riesling. These more open bunches had significantly fewer infected berries than did untreated vines. This treatment provides an alternative control measure to fungicides for reducing the high losses that occur annually in some of our most valuable cultivars.

Trials at Summerland demonstrated that a delayed single application of glyphosate alone in late May, or followed up in a high-weed-pressure situation by dichlobenil applied at a low rate provided excellent weed control throughout the growing season in vineyards. A single application of dichlobenil at a higher rate in late fall or early spring also provided good weed control but is not safe for use on coarse soils. The residual herbicides oryzalin and napropamide were tested extensively and found to be completely safe on coarse soils, but they are still awaiting registration.

William Baffin, a winter-hardy, disease-resistant climbing rose, was released by the Ottawa Research Station in 1983.

Chrysanthemums grown in pots in the greenhouse at the Kentville Research Station responded to supplementary high-pressure sodium (HPS) lighting during all three production stages (rooting, long days, and short days) in terms of growth rate and plant quality at harvest. However, maximum benefits were derived from lighting during the rooting and the long-day stages. This observation corresponds with the most efficient lamp installations in commercial greenhouses, where fewer lamps are needed to light the same number of plants at close spacing during these production stages.

At the Saanichton Research and Plant Quarantine Station, reducing the normal greenhouse air temperature from 20°C during the day and 16°C at night to 16°C and 12°C from November to March reduced the number of flowers per plant of *Gerbera* by 26% under natural daylight. However, plants grown with supplementary HPS light at low air temperatures produced 36% more flowers than those grown at normal temperatures without HPS light. At normal air temperatures, supplementary HPS light increased flowering by 65%, compared with natural daylight. A 2-year study at Saanichton on the cut flower *Alstroemeria* Regina indicated that reducing soil temperature by 3–5°C plays an important role in flowering. Regina plants in cooled soil increased flower production from 115 to 253 per square metre under HPS light and from 160 to 220 without HPS light. The most profound effect of soil cooling was observed in the second winter, when cooling the soil overcame the nonflowering habit of Regina. Cooling increased the flowering shoots from 1 to 170 per square metre under HPS light and from 2 to 101 per square metre without HPS. This new technology will increase producer acceptance of this new cut flower and reduce the current imports from Europe and South America.

Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) is the most widely used turf grass in Canada and temperate regions of the United States. According to trials at Agassiz, the inability of Kentucky bluegrass to do well in shade can be related to injury by diseases such as powdery mildew and leaf spot. Rusts can also debilitate Kentucky bluegrass turf. During 1982–1983, more than 100 cultivars were evaluated for resistance to leaf spot caused by *Helminthosporium* species and stripe rust caused by *Puccinia striiformis*. A smaller number, grown in shade, were evaluated for resistance to powdery mildew. Among cultivars licensed for sale in Canada in 1982, Baron, Birka, Bristol, Enmundi, Merion, Nugget, and Touchdown were found to be highly resistant to leaf spot; the cultivar Park was highly susceptible. Birka, Bono, Dormie, Glade, and Touchdown were highly resistant to powdery mildew; Majestic and Regent were highly susceptible. America, Banff, Bristol, Geronimo, Majestic, and Sydsport were highly resistant to stripe rust; Dormie, Enmundi, and Nugget were highly susceptible. In order to ensure minimum risk of damage from these diseases, the use of blends of two or more cultivars that possess resistance to one or more of these diseases is recommended, rather than pure stands.

Field crops

Tobacco, field peas, field beans, buckwheat, and new crops are classified as field crops. New crops are crops that are either not yet established in Canada or are grown commercially in certain locations and are being introduced into new growing areas. Fababeans, lentils, monarda, and Jerusalem artichokes are examples of new crops.

Tobacco is a major field crop. In 1983, Canada produced a total of 111 700 tonnes of tobacco with a farm cash value of $404 million. Over 46% of the normal production is exported. Flue-cured, cigar, and burley tobaccos are the main types grown.

Ontario produced 100 100 tonnes of tobacco in 1983, with a return to producers of over $363 million. Approximately 46% of this will be exported. Research is directed toward improvement of production efficiency and product quality, effectiveness of pest control measures, and reduction of biological activity of tobacco as it relates to quality.

Canadian field peas, mainly yellow varieties, are used chiefly as human food. Various white and colored beans, as well as lentils, are grown to provide an excellent dietary source of protein. Buckwheat, originally grown as a green-manure crop, is now exported as seed to Japan for use as food. Fababeans are grown as both a silage crop and a vegetable.

Production and protection are key areas of research on field crops, but the multidisciplinary approach now includes research on utilization for developing new or expanded uses for field crops.

The Atlantic Provinces, Quebec, and eastern Ontario are regions that do not grow many protein crops. Consequently, the Research Branch has been active in improving the adaptability and profitability of growing protein crops in these areas. This research, of course, also benefits the regions where protein crops are well established.

Establishments at Delhi and L'Assomption are the main stations concerned with tobacco. The breeding of field peas, buck-

A prototype once-over peanut harvester developed at Delhi is now manufactured by two local companies.

Un prototype de récolteuse d'arachides en passage unique mise au point à Delhi est assemblé par deux fabricants locaux.

cultivées à des températures normales sans éclairage spécial. A température normale, l'éclairage supplémentaire à VSHP a accru la floraison de 65 %, par rapport aux résultats obtenus à la lumière naturelle du jour. Lors d'une étude de 2 ans menée à Saanichton sur la production du genre *Alstroemeria* Regina pour ses fleurs coupées, on a trouvé que l'abaissement de la température du sol de 3 à 5 °C joue un rôle important dans la floraison. En effet, le nombre de fleurs produits par les plantes Regina cultivées en sol refroidi s'est accru de 115 à 253 par mètre carré sous éclairage à VSHP et de 160 à 220 sans éclairage de ce genre. On a observé l'effet le plus marquant au cours du second hiver où le refroidissement du sol est venu à bout de l'absence de floraison chez le Regina. Le rafraîchissement a accru le nombre de pousses florifères de 1 à 170 par mètre carré sous éclairage à VSHP et de 2 à 101 par mètre carré sans éclairage spécial. Cette nouvelle technique encouragera les producteurs à accepter cette nouvelle fleur coupée, et à réduire les importations actuelles d'Europe et d'Amérique du Sud.

Le pâturin des prés (*Poa pratensis*) est la graminée à gazon la plus utilisée au Canada et dans les régions tempérées des États-Unis. Selon des essais menés à Agassiz, des maladies comme le blanc et les taches foliaires pourraient être responsables du mauvais rendement du pâturin des prés à l'ombre. Les rouilles peuvent également s'attaquer à cette plante. Au cours de 1982–1983, on a évalué plus de 100 cultivars à l'égard de leur résistance aux taches foliaires causées par l'*Helminthosporium* et à la rouille jaune causée par le *Puccinia striiformis*. On a également estimé la résistance au blanc d'un nombre moins important de plantes cultivées à l'ombre. Parmi les cultivars homologués pour la vente au Canada en 1982, le Baron, le Birka, le Bristol, l'Enmundi, le Merion, le Nugget et le Touchdown sont très résistants aux taches foliaires; cependant, le cultivar Park y est très sensible. Le Birka, le Bono, le Dormie, le Glade et le Touchdown résistent très bien au blanc, alors que le Majestic et le Regent y sont très sensibles. Les cultivars America, Banff, Bristol, Geronimo, Majestic et Sydsport sont très résistants à la rouille jaune, tandis que le Dormie, l'Enmundi et le Nugget y sont très sensibles. En vue de réduire au minimum les risques de dommages causés par ces maladies, on conseille d'utiliser des mélanges d'au moins deux cultivars qui sont résistants à au moins une de ces maladies, plutôt que des peuplement purs.

Grandes cultures

Le tabac, le pois sec, le haricot sec, le sarrasin et les nouvelles cultures entrent dans la catégorie des grandes cultures. On entend par nouvelles cultures celles qui ne sont pas encore produites au Canada ou qui le sont à l'échelle commerciale dans certaines parties du pays et que l'on est en voie d'implanter dans de nouvelles régions. La féverole, la lentille, la monarde et le topinambour en sont des exemples.

Le tabac est l'une des principales cultures qui entrent dans cette catégorie. En 1983, le Canada en a produit au total 111 700 tonnes pour une valeur en espèces à la ferme de 404 millions de dollars. Plus de 46 % de la production courante est exportée. Les tabacs jaunes, burley et à cigare sont les principaux types cultivés.

Près de 46 % de la production ontarienne, qui a atteint 100 000 tonnes en 1983 et rapporté plus de 363 millions de dollars aux producteurs, sera exportée. La recherche est axée sur l'amélioration de la productivité et de la qualité du produit, sur l'efficacité des mesures de lutte contre les ravageurs et sur la réduction de l'activité biologique du tabac qui agit sur sa qualité.

Les pois secs canadiens proviennent surtout des variétés à grains jaunes et sont destinés surtout à la consommation humaine. Nous cultivons aussi diverses sortes de haricots blancs et de couleur qui, à l'instar des lentilles, sont reconnus pour leur excellente qualité protéique. Produit à l'origine comme engrais vert, les graines de sarrasin sont aujourd'hui exportées au Japon pour l'alimentation humaine. La féverole se cultive à la fois pour l'ensilage et comme légume.

La production et la protection sont les principaux domaines de la recherche sur les grandes cultures, mais l'approche pluridisciplinaire comporte maintenant de la recherche appliquée axée sur l'innovation ou la diversification des débouchés offerts à ces cultures.

Les provinces de l'Atlantique, le Québec et l'est de l'Ontario produisent peu de protéines végétales. Aussi, la Direction générale de la recherche s'est-elle efforcée d'améliorer l'adaptabilité et la rentabilité des cultures protéagineuses dans ces régions. Ces travaux profitent aussi, bien entendu, aux parties du pays où ces cultures sont bien établies.

Delhi et l'Assomption sont les principaux centres de recherches sur le tabac. L'amélioration génétique des pois secs, du sarrasin et des haricots secs se concentre aux stations de recherches de Morden et de Harrow.

Les recherches sur les nouvelles cultures, comme la lentille, les haricots de couleur, la gesse, le topinambour et la féverole se regroupent à Morden et, à l'occasion, à Lethbridge. Les travaux sur les techniques culturales, la fertilité du sol et la protection s'effectuent dans les régions concernées de telle sorte que les cultivars et les lignées puissent être évalués dans les conditions locales. On estime la rentabilité des cultures en combinant les données sur les rendements et les coûts recueillies lors des essais au champ. La communication et la collaboration avec les ministères provinciaux de l'Agriculture et le secteur privé ont une importance capitale. C'est ainsi que la production des cultures protéagineuses a pu être intensifiée et même étendue à de nouvelles régions.

Réalisations

Les cultivars de tabac jaune nouvellement homologués ont gagné davantage la faveur des producteurs en 1983. Les cultivars créés à Delhi occupent maintenant 95 % de la surface consacrée à cette culture en Ontario et au Québec, contre 100 % des régions tabacoles du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard. Le Delgold a été le principal cultivar cultivé en Ontario, au Québec et en Nouvelle-Écosse, alors que l'Islangold a dominé au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. La tendance nationale à délaisser le cultivar américain Virginia 115 a été conjuguée à une amélioration simultanée du rendement, de la qualité des feuilles, de la précocité, de la teneur totale en alcaloïdes, du goût, de l'arôme, ainsi qu'à une baisse du rapport goudron–nicotine. À l'exception du rendement, ces facteurs auront des répercussions considérables sur le marché de l'exportation. Comme les cultivars canadiens ont damé le pion aux cultivars américains, les producteurs canadiens de semences de tabac raffermissent également leur position sur le marché.

Le Groupe de recherches techniques de Delhi, financé conjointement par l'Office du tabac jaune de l'Ontario et le Conseil canadien des fabricants de tabac, a terminé la deuxième année de ses recherches sur une pompe à chaleur air–air installée sur un séchoir à tirage descendant. Il a enregistré des baisses de combustible de 9,1, 1,4 et 20,5 % pour la première, deuxième et quatrième cueillettes respectivement. La deuxième cueillette a exigé plus de combustible parce que le séchoir expérimental était rempli de feuilles plus vertes et plus grandes que le séchoir témoin. Le poids des feuilles séchées, les temps de séchage et le combustible consommé par séchage se sont accrus avec la position ascendante des feuilles, mais la consommation de combustible par kilogramme de feuilles séchées a diminué avec la position ascendante sur la tige.

wheat, and field beans is done at the research stations at Morden and Harrow.

Research on new crops such as lentils, colored beans, *Lathyrus* species, Jerusalem artichokes, and fababeans is concentrated at Morden, with some work at Lethbridge. Work on crop management, soil fertility, and crop protection is done regionally so that cultivars and lines can be evaluated under local conditions. Combined data on yields and costs from field-scale tests are used to estimate profitability. Communication and cooperation with provincial departments of agriculture and the private sector are necessary for progress. In this way, production of protein crops has been increased and expanded into new regions.

Research accomplishments

Further industry acceptance of newly licensed flue-cured tobacco cultivars was illustrated in 1983. Cultivars developed at Delhi now occupy 95% of Ontario's flue-cured tobacco hectarage. Tobacco-growing areas in Quebec, New Brunswick, Nova Scotia, and Prince Edward Island report similar acceptance, with 95%, 100%, 100%, and 100%, respectively, of their provincial hectarage being planted to these new Delhi cultivars. Delgold was the major cultivar in Ontario, Quebec, and Nova Scotia, and Islangold was the major cultivar in New Brunswick and Prince Edward Island. Coupled with this nationwide shift away from the American cultivar Virginia 115 have been simultaneous gains in yield, leaf quality, maturity, total alkaloids, improved flavor and aroma, and a decline in the tar-to-nicotine ratio. With the exception of yield, these factors will all have a great impact on the export market. The shift from American to Canadian cultivars is also paying dividends to our Canadian tobacco seed industry.

The Delhi Engineering Research Group (DERG), jointly funded by the Ontario Flue-Cured Tobacco Growers' Marketing Board and the Canadian Tobacco Manufacturers' Council, completed the second year of study on an air-to-air heat exchanger on a downdraft tobacco kiln. Fuel reductions of 9.1, 1.4, and 20.5%, respectively, for the first, second, and fourth priming were recorded. The second priming required more fuel because the heat-exchange kiln was filled with greener and larger leaves than the check kiln. Cured weights, curing time, and fuel consumed per cure increased with ascending stalk position, but fuel consumed per kilogram of cured leaf decreased with ascending stalk position. This observation indicates that upper primings are cured more efficiently than lower ones.

Research on tobacco at Charlottetown has resulted in a change in fertilizer recommendation from a fertilizer with 50% of the nitrogen in the ammonia form and 50% in the nitrate form to a fertilizer with 75% of the nitrogen in the ammonia form and only 25% in the nitrate form. This change in recommendation increased both yield and quality of the tobacco produced. The increase in quality resulted from less segregation of the nitrogen particles in the fertilizer mixture and, therefore, more uniform distribution in the field, resulting in a more uniform, better quality crop.

A 3-year study was completed at Morden to determine the visual indicators that would establish the optimum time for swathing buckwheat. Swathing was best done when flowering was almost completed and only 25% of the seeds were still green. This information will help growers to harvest a larger proportion of the seed produced by their crop, particularly after the release of new large-seeded cultivars, which have growth habits that are different from the previously grown small-seeded cultivars.

PROTECTION

Insects

Integrated pest management systems continue to be the major interest in research and technology transfer aimed at counteracting crop losses caused by insects. The principle is to apply, wherever possible, biological, biochemical, and cultural controls and to greatly reduce the exclusive dependence on chemical pesticides. An integral part of these systems is effective monitoring and surveillance to detect and forecast changes in pest populations and to indicate which control measures are required. Recent advances in the synthesis of sex pheromones (attractants) and their use in monitoring traps have been a major accomplishment in developing effective and reliable survey and forecasting systems.

Research accomplishments

Tests conducted at the Fredericton Research Station showed that seed furrow applications of pesticides provide better control than fertilizer band applications. Seed furrow applications of aldicarb, for example, proved equally effective at a low rate of 17 kilograms per hectare and at the recommended 22 kilograms per hectare against both aphids and beetles. Such data are needed so that insecticides can be used with maximum effectiveness and minimum environmental impact.

Field research conducted in New Brunswick established that the Colorado potato beetle has developed resistance to carbofuran in at least one locality. An increased tolerance has been demonstrated at other sites. This is the first year that resistance has been found. The New Brunswick pest management group has developed a special set of guidelines to help growers control the beetles and, if possible, to prevent the spread of this problem to other insecticides.

A field survey conducted in New Brunswick between 1979 and 1981 identified more than 560 species or groups of species of arthropods in potato fields. At least 80% were transient ones, indicating a loosely structured community of insects. The proportion of parasitic and predatory species was high. This finding suggests a potential for the use of native biological agents in potato pest-management programs. Studies on the spatial distribution of terricolous arthropods showed a greater abundance in field borders close to trees, indicating that the size and location of fields can affect their colonization and the degree of biological control they can achieve. These results and other continuing research clearly demonstrate that native biological organisms have an important role in pest-management programs.

Testing of various microbial agents as controls for cutworms was initiated by the Winnipeg Research Station. Although commercial preparations of *Bacillus thuringiensis* did not initially

Ainsi, les feuilles supérieures sont séchées plus efficacement que les inférieures.

Par suite des recherches menées sur le tabac à Charlottetown, on recommande d'utiliser un engrais contenant 75 % d'azote sous forme d'ammoniaque et 25 % seulement sous forme de nitrate, plutôt qu'un engrais contenant autant d'azote sous forme d'ammoniaque que de nitrate, pour obtenir un rendement et une qualité supérieurs du tabac. Cette amélioration de la qualité est imputable au fait que les particules d'azote ont moins tendance à se séparer dans le mélange d'engrais et qu'elles se répartissent, par conséquent, plus également dans le champ, ce qui se traduit par une récolte plus uniforme et de meilleure qualité.

La station de Morden a terminé une étude de 3 ans qui visait à identifier les indices visuels indiquant le meilleur moment pour l'andainage du sarrasin. Il est préférable d'effectuer cette opération lorsque la floraison est presque terminée et qu'il ne reste que 25 % des graines qui soient encore vertes. Ces renseignements aideront les agriculteurs à récolter une proportion accrue des graines produites, en particulier après le lancement de nouveaux cultivars à grosses graines dont le port diffère de celui des cultivars à petites graines cultivés antérieurement.

PROTECTION DES CULTURES

Insectes

Les mécanismes de lutte intégrée demeurent le principal objet de la recherche et du transfert de la technologie qui visent à contrer les pertes occasionnées par les insectes. Le principe consiste à utiliser, dans la mesure du possible, des méthodes de lutte biologique, biochimique ou culturale, et à réduire de beaucoup la dépendance exclusive à l'égard des pesticides. Parmi ces mécanismes, mentionnons des méthodes efficaces de surveillance pour dépister et prévoir les variations dans les populations de ravageurs et donner l'alerte lorsqu'il faut recourir à des mesures de lutte. Enfin, la mise au point de phéromones (attractifs sexuels) synthétiques et leur utilisation dans des pièges de surveillance représentent un pas important dans l'élaboration de systèmes efficaces et sûrs de dépistage et de prévision.

Réalisations

Des essais menés à la station de recherches de Fredericton ont montré que l'application des pesticides dans le sillon de semis donne de meilleurs résultats que l'application en bandes. Par exemple, l'application d'aldicarbe dans les sillons de semis s'est avérée aussi efficace à une concentration de 17 kilogrammes par hectare qu'à la concentration recommandée de 22 kilogrammes par hectare contre les pucerons et les coléoptères. De telles données nous sont d'une grande utilité, car elles permettent d'utiliser les insecticides avec un maximum d'efficacité tout en limitant les répercussions sur l'environnement.

Les recherches effectuées aux champs, au Nouveau-Brunswick, ont permis de constater que le doryphore de la pomme de terre a acquis une résistance au carbofuran dans au moins une localité et qu'il affiche une plus grande tolérance à d'autres endroits. C'est la première fois qu'on remarque une résistance à ce produit chez l'insecte. Le groupe de la gestion des pesticides du Nouveau-Brunswick a élaboré une série de directives spéciales afin d'aider les producteurs à lutter contre ce ravageur et, si possible, à éviter que ce problème ne se reproduise avec d'autres insecticides.

Une étude menée au Nouveau-Brunswick entre 1979 et 1981 a permis d'identifier plus de 560 espèces ou groupes d'espèces d'arthropodes dans les champs de pommes de terre. Au moins 80 % de ces espèces étaient occasionnelles, ce qui donne à penser que nous avons affaire à une communauté d'insectes assez peu structurée. Comme la proportion d'espèces parasites et prédatrices était élevée, on pourrait peut-être utiliser des agents biologiques indigènes dans les programmes de lutte contre les ravageurs de la pomme de terre. Des études portant sur la répartition des arthropodes terricoles ont par ailleurs montré qu'ils sont plus abondants

control the bertha armyworm, the bacterium had profound adverse effects on the immature stages and adult emergence rates. Of eight additional, noncommercial strains of *Bacillus thuringiensis* tested, three were significantly more toxic for this insect than the commercial products.

Preliminary laboratory studies at Winnipeg showed that two insect-parasitic nematodes can attack 22 pests, including the bertha armyworm, several important cutworm species, and the European corn borer. These nematodes show obvious promise as highly effective biological-control agents.

Approximately 2000 adults of the parasite *Platygaster marchali* and 175 females of the parasite *Inastemma contariniae* were imported from northern Italy and released in New Brunswick apple orchards against the apple leaf curling midge, *Dasineura mali*. This project was undertaken by researchers from the Kentville Research Station in cooperation with personnel from the New Brunswick Department of Agriculture. Releases were made in 1981 and 1982 in the Keswick Ridge area and in 1983 in the Gagetown area. Successful establishment is indicated by recovery and identifications made in 1982 and 1983 from the early releases. Nine percent of the larvae taken in 1983 were parasitized.

A parasitic nematode is being investigated by the Vancouver Research Station for control of the black vine weevil in strawberry plantings both in the field and in laboratory trials. The nematodes, which are raised at Simon Fraser University, are being applied as a surface spray on the strawberry plants. They attack all forms of the pest, including larvae, pupae, and adults.

As part of the work in London on alternative pest-control strategies, research was carried out on the biochemical-control mechanisms associated with the insect molt–intermolt cycle. During the past year, work was directed toward elucidation of the pattern of activity of chitinase during the life cycle of the house fly, measured by the solubilization of radioactivity from ^{14}C-acetic anhydride. Low levels of chitinase activity were found in homogenates of third-instar wandering larvae. Activity increased during pupation, peaking in the middle of the pupal period, followed by a fall toward the time of adult emergence. Estimates of molecular weights of 42 000 and 120 000 were obtained for these enzymes. The smaller enzyme had a higher specific activity. The relative activity of this group of enzymes seems to be under hormonal control, as injections of ecdysone to the larvae resulted in large increases in activity. The molecular basis of this control is under investigation, with the objective of developing specific pest controls that interfere with the molt–intermolt cycle.

Continued progress was made in London in developing rearing procedures for root maggot parasites. Refinements were made to the method used to rear the braconid parasite *Aphaereta pallipes*, which enabled production of up to 150 000 parasites a week with 15 person-hours of labor a week. The rearing procedure for the staphylinid beetle *Aleochara bilineata*, which is both a predator and a parasite of root maggots, was improved sufficiently to produce several thousand beetles a week. The rearing technique is currently being modified to enable mass production of this species. Conditions for inducing and terminating diapause in both *A. pallipes* and *A. bilineata* were determined, thus enabling long-term storage of diapausing pupae. Progress was also made toward development of a rearing procedure for the predaceous dipteran *Coenosia tigrina*, with the use of earthworms as the host.

Integrated mite control in Okanagan apple orchards owes its success to a naturally occurring, organophosphate-resistant strain of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis*. By the selective use of insecticides, the predator mite survives and provides biological control of two injurious mites, the McDaniel spider mite and the European red mite. Because of the problem of insect resistance and a shift to newer pesticides such as carbamates and pyrethroids,

Larvae of *Otiorhynchus sulcatus*, the black vine weevil. Reddish larvae are infected and dying; white larvae are healthy.

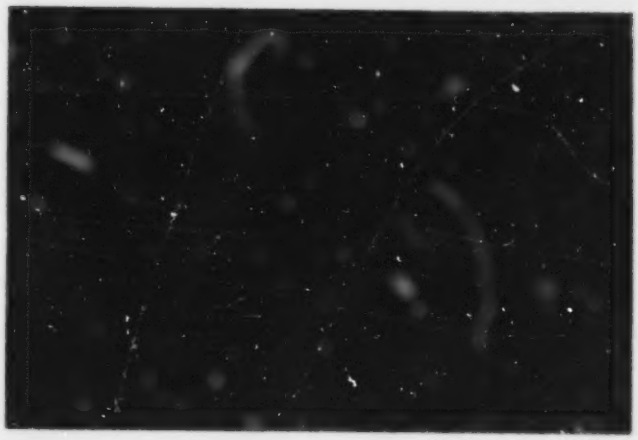
Larves du charançon noir de la vigne, l'*Otiorhynchus sulcatus*. Les larves de teinte rougeâtre sont infectées et mourantes; les larves blanches sont saines.

A predator mite that is not harmful to apples is feeding on an injurious mite.

Un acarien prédateur qui n'endommage pas les pommes se nourrissant d'un acarien nuisible.

the Summerland Research Station initiated a cooperative project with private industry to mass rear strains of predator mites resistant to organophosphates, carbamates, and pyrethroids. Resistant mites are imported from California, reared in a greenhouse on two-spotted spider mites, and then released on field-grown soybeans infested with the two-spotted mites. Resistant predators can thus be reared in sufficient numbers for release in apple orchards. The project should maintain and improve the integrated mite-control program and make it flexible enough to cope with changes in pesticide use.

At the Saint-Jean Research Station, a monitoring network for insects and diseases in carrots, onions, and celery was established in cooperation with scientists from the Quebec Department of Agriculture. A total of 1850 hectares were monitored by five people in 1983 at a cost to producers of $19.75 a hectare. In 1982, monitoring of insects and diseases reduced production costs of



Injury on Spartan apples caused by fruittree leafroller.

Dommages causés aux pommes Spartan par la tordeuse du pommier.

au bord des champs, près des arbres, ce qui porte à croire que la superficie et l'emplacement des champs peuvent influer sur leur colonisation par les agents de lutte biologique et l'efficacité de ces derniers. Ces résultats ainsi que d'autres travaux en cours montrent clairement que des organismes indigènes peuvent jouer un rôle extrêmement important dans les programmes de lutte contre les ravageurs.

À la station de recherches de Winnipeg, on a entrepris des recherches sur l'efficacité de divers agents microbiens pour la lutte contre les vers-gris. Même si les préparations commerciales du *Bacilus thuringiensis* n'ont pas permis, au début, de lutter efficacement contre la légionnaire bertha, la bactérie a eu un effet dévastateur sur les stades immatures et le taux d'émergence des adultes. Parmi huit souches non commerciales additionnelles du *Bacillus thuringiensis* mises à l'essai, trois étaient significativement plus toxiques pour cet insecte que les produits commerciaux.

Des études préliminaires menées en laboratoire à Winnipeg ont montré que deux nématodes parasites des insectes peuvent s'attaquer à 22 espèces de ravageurs, y compris la légionnaire bertha, plusieurs vers-gris particulièrement nuisibles et la pyrale du maïs. Ces nématodes présentent, de toute évidence, d'importantes possibilités pour la lutte biologique.

On a importé environ 2 000 adultes du parasite *Platygaster marchali* et 175 femelles du parasite *Inastemma contariniae* du nord de l'Italie pour les relâcher dans des vergers du Nouveau-Brunswick afin de lutter contre la cécidomyie du pommier, le *Dasineura mali*. Ce projet a été entrepris par des chercheurs de la station de recherches de Kentville, en collaboration avec le personnel du ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick. Les lâchers ont été effectués en 1981 et en 1982 dans la région de Keswick Ridge et en 1983, dans la région de Gagetown. Des campagnes de récupération et d'identification menées en 1982 et en 1983 ont confirmé le succès de l'implantation des parasites des premiers lâchers. Neuf pour cent des larves capturées en 1983 étaient parasitées.

La station de recherches de Vancouver étudie actuellement, au moyen d'essais aux champs et en laboratoire, les possibilités de lutte contre le charançon noir de la vigne dans les plantations de fraises à l'aide de nématodes parasites. Les nématodes, élevés à l'Université Simon Fraser, sont pulvérisés à la surface des plants de fraises. Ils s'attaquent à toutes les formes du ravageur, y compris les larves, les pupes et les adultes.

Dans le cadre des travaux menés à London sur les stratégies de rechange pour la lutte antiparasitaire, on a mené des recherches sur les mécanismes de lutte biochimique en rapport avec le cycle de mues et d'intermues des insectes. Au cours de la dernière année, on a surtout cherché à élucider le mode d'intervention de la chitinase pendant le cycle biologique de la mouche domestique, mesuré par solubilisation de la radioactivité de l'anhydride acétique marqué à l'isotope C^{14}. On a mesuré de faibles niveaux d'activité de la chitinase dans des homogénats de larves mobiles du troisième stade. L'activité augmentait pendant la pupaison, atteignant un maximum au milieu du stade de la pupe pour diminuer ensuite jusqu'à l'émergence de l'adulte. Des poids moléculaires estimatifs de 42 000 et de 120 000 ont été obtenus pour ces enzymes. La plus petite enzyme présentait une activité spécifique plus élevée. L'activité relative de ce groupe d'enzymes semble dépendre d'un contrôle hormonal, des injections d'ecdysone pratiquées sur les larves ayant donné de fortes augmentations de l'activité enzymatique. On étudie actuellement les fondements moléculaires de ce contrôle, afin de mettre au point des méthodes spécifiques de lutte qui interviendraient dans le cycle de mues et d'intermues.

On a continué à réaliser des progrès dans la mise au point, à London, de méthodes d'élevage des parasites des asticots rhizophages. Des améliorations ont été apportées à la méthode d'élevage de la guêpe parasite *Aphaereta pallipes* (Braconidae), ce qui permet de produire jusqu'à 150 000 parasites par semaine pour un travail hebdomadaire équivalant à 15 heures-personnes. La méthode d'élevage du coléoptère *Aleochara bilineata* (Staphylinidae), lequel est à la fois prédateur et parasite des asticots rhizophages, a été suffisamment améliorée pour permettre de produire plusieurs milliers d'insectes par semaine. On travaille actuellement à modifier cette méthode afin de pouvoir arriver à la production massive de cette espèce. On a réussi à déterminer les conditions qui régissent l'induction et l'interruption de la diapause chez l'*A. pallipes* et l'*A. bilineata*, ce qui permet d'entreposer les pupes en diapause pour des périodes prolongées. Les travaux progressent également dans la mise au point d'une méthode d'élevage du diptère prédateur *Coenosia tigrina* utilisant le lombric comme organisme hôte.

La lutte intégrée contre les acariens dans les vergers de pommes de l'Okanagan doit son succès à une souche indigène, résistante aux organophosphates, de l'acarien prédateur *Typhlodromus occidentalis*. Grâce à l'application sélective des insecticides, l'acarien prédateur réussit à survivre et peut ainsi s'attaquer à deux acariens nuisibles, le tétranyque de McDaniel et le tétranyque rouge du pommier. Pour faire face au problème de la résistance des insectes et s'adapter à l'introduction de nouveaux pesticides comme les carbamates et les pyréthroïdes, la station de recherches de Summerland a lancé un projet de collaboration avec le secteur privé pour l'élevage en grandes quantités d'acariens prédateurs résistants aux organophosphates, aux carbamates et aux pyréthroïdes. Ces acariens sont importés de Californie, élevés dans une serre où on leur donne en pâture des tétranyques à deux points, puis relâchés dans des champs de soja infestés de ces tétranyques. Ils peuvent ainsi être élevés en nombre suffisant pour des lâchers dans les vergers. Ce projet devrait permettre la poursuite et l'amélioration du programme de lutte intégrée contre les acariens et le rendre suffisamment souple pour lui permettre de s'adapter aux changements qui surviennent dans l'utilisation des pesticides.

À la station de recherches de Saint-Jean, on a mis sur pied un réseau de dépistage des insectes et des maladies des carottes, des oignons et du céleri, en collaboration avec des chercheurs du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Au total, 1 850 hectares ont été surveillés par 5 personnes, en 1983, à un coût de 19,75 $ l'hectare pour les producteurs. En 1982, le dépistage des insectes et des maladies a permis de réduire

early carrots by $254 per hectare, late carrots by $81 per hectare, and onions by $135 per hectare.

A trap to monitor wintering adults of carrot weevil was developed. The technique allows a better synchronization of foliar insecticides that must be applied between the emergence of the insect in the field and the beginning of oviposition. The adult weevils are attracted by the bait and their tendency to aggragate induces the insects to stay in the trap, where they can be counted.

Over the past 4 years, scientists have developed an integrated control program of insects and diseases in raspberries. This program is based on the threshold at which insect populations cause economic losses and on previously determined epidemiological conditions. These data permitted a significant decrease in the number of pesticide applications, while maintaining yields at a level comparable to that obtained with conventional treatments. As conventional treatments demand a greater number of applications and higher costs, this program will increase returns to the producer.

Entomologists at the Vancouver Research Station have developed an accurate method for predicting the time at which eggs of the aphid *Chaetosiphon fragaefolii*, a pest of strawberries, hatch in the field. In experiments aimed at determining the effects of temperature on egg development, the degree-day requirements for hatching were ascertained. This information should enable the grower to synchronize the application of pesticides with the expected time of hatching.

At the Saskatoon Research Station, a computer mapping system that generates maps of Saskatchewan with rural municipalities and plots geographical distribution of events was devised. The mapping system is being used to show the distribution of seasonal development of grasshopper populations and the damage potential to crops. The information on development and damage potential is obtained with a model that uses current weather conditions. The updated information is produced once a week throughout the growing season and is disseminated to extension personnel, who give adequate warning of outbreaks to growers.

Research on host–parasite relations identified a significant adaptation mechanism that limits development of acquired resistance to ectoparasites. It was shown in a model with the sheep ked, *Melophagus ovinus*, that cell-mediated immunity of infested sheep is adversely affected by infestation. Cells that are normally responsible for development of cellular immunity in sheep become unable to respond to nonspecific stimulation by mitogens in an in vitro assay. This phenomenon is also observed when the cells are specifically stimulated by ked antigen. The condition persists throughout the winter until ked populations reach their highest density. The cellular response begins to return to normal after the sheep-ked populations peak and a new lamb crop is infested. This research is significant in demonstrating that an ectoparasite can modify a host's immune response for its own benefit in survival. Reversal of the process of immunosuppression is a potential means of exploiting naturally acquired host resistance in the management of ectoparasites.

A new electrostatic system selectively deposits insecticide sprays on interior surfaces of barns. The apparatus generates a dual cloud in the center of the enclosed space. The upper cloud consists of fine droplets of insecticide, and the lower one, fine droplets of clean water. The droplets in both clouds are electrically charged with the same negative polarity. The droplets in one cloud are repulsed by the droplets in the other, and both are attracted to the inside surfaces of the building. Because the insecticide cloud is suspended electrostatically on the water-droplet cloud, the insecticide is deposited on the ceiling and upper part of walls, whereas the water droplets are deposited on the lower surfaces of the barn, including animals and feeding troughs. The system saves insecticide, labor, and time in livestock barn operations. In pasture fields, the system can be reversed so that an insecticide or repellent used for protection against biting flies can be deposited efficiently on all parts of unrestrained animals from a dual cloud generated above the herd.

Ivermectin, a new compound, demonstrated unprecedented efficacy as a broad-spectrum parasiticide for livestock. In contrast with other effective parasiticides, such as the systemic organophosphorus compounds, ivermectin is found to consistently give 100% control of infestations of both the common and the northern cattle grubs. Because of its effectiveness as an injectable material, it can be administered in small, measured quantities with reduced risk of overdosage, spillage, and environmental contamination. Unlike other, currently used organophosphorus compounds, ivermectin contributes no risk of injury to vital organs, such as the esophagus and spinal canal, when it is used to eliminate internal parasites, such as cattle grubs. This advantage has potential in eliminating the present need to restrict treatment during certain seasons or periods in the life cycle of parasites. Ivermectin is being shown in continuing tests to combine these advantages with efficacy in controlling an increasing number of livestock pests and parasites.

Weeds

The Research Branch program is directed toward development of control methods with herbicides, cultural and management practices, and biological control agents for reducing the incidence of weeds.

Continuing research on herbicides is required to test and evaluate new compounds for use against specific weed species under various crop conditions. Additional research is required on how these chemicals behave, how they should be applied, their persistence in the environment, and their effects on nontarget organisms.

In support of cultural and management practices, the ecology of various weed species is being investigated. Surveys are conducted to determine the presence and abundance of weed species under various cultivation and rotation practices and under various degrees of competition between crop plants and other weed species.

Many of the major weed species in Canada were accidentally introduced from other countries. These species are good targets for biological control, because in Canada they have few natural enemies such as insects and disease. Twenty-five economically important weed species are under investigation. The key to the program is the search for monophagous insects that feed on these weeds in their country of origin. They are not released in Canada until studies confirm that they will attack only the target weed plant.

Research accomplishments

Weed surveys that examine the density and distribution of weeds in cereal, oilseed, forage, and row crops in Prince Edward Island, Ontario, Saskatchewan, and British Columbia were completed in a total of 6500 fields by the Regina Research Station in cooperation with the staff of provincial departments of agriculture and other research stations. The studies, which varied from 2 to 4 years in duration, were published in six *Weed Survey Series* reports that were distributed to research, extension, and industry personnel. These reports contain the first quantitative assessments of the relative importance of approximately 250 weedy species and are widely used by extension personnel and herbicide companies in promoting weed control strategies.

Similar weed surveys were carried out by the Sainte-Foy Research Station in cooperation with scientists of the Quebec Department of Agriculture in cereal, forage, and row crops. Over

les coûts de production des carottes hâtives, des carottes tardives et des oignons de 254, 81 et 135 dollars par hectare respectivement.

On a mis au point un piège pour le dépistage des populations d'adultes hivernants du charançon de la carotte. Cette technique permet une meilleure synchronisation des traitements foliaires d'insecticides, lesquels doivent être effectués entre le moment où l'insecte apparaît dans le champ et celui où il commence à pondre. Les charançons adultes sont attirés par un appât et leur comportement de thigmotaxie les poussent à demeurer dans le piège, où l'on peut les compter.

Au cours des 4 dernières années, les chercheurs ont mis au point un programme de lutte intégrée contre les insectes et les maladies des framboises. Ce programme s'appuie sur les mesures du seuil à partir duquel les populations d'insectes commencent à causer des pertes économiques et sur des conditions épidémiologiques déterminées antérieurement. Ces données permettent de diminuer sensiblement le nombre de pulvérisations de pesticides tout en maintenant les rendements à un niveau comparable à celui obtenu avec les méthodes classiques. Comme ces dernières demandent un plus grand nombre de pulvérisations et ce, à un coût plus élevé, ce programme de lutte intégrée permettra d'augmenter les recettes des producteurs.

Des entomologistes de la station de recherches de Vancouver ont mis au point une méthode permettant de prévoir avec exactitude la date d'éclosion dans les champs des œufs du puceron *Chaetosiphon fragaefolii*, un parasite du fraisier. Au cours d'expériences visant à déterminer les effets de la température sur le développement des œufs, on a mesuré le nombre de degrés-jours nécessaires à l'éclosion. Ce renseignement devrait permettre aux producteurs de faire coïncider les pulvérisations de pesticides avec la date prévue de l'éclosion.

À la station de recherches de Saskatoon, on a élaboré un système de cartographie informatisée qui produit des cartes de la Saskatchewan indiquant les municipalités rurales et la répartition géographique des populations de criquets et les risques de dommages aux cultures qu'ils représentent. Ces renseignements sont obtenus à l'aide d'un modèle qui s'appuie sur les conditions météorologiques. Ils sont mis à jour une fois par semaine pendant toute la saison de croissance et sont distribués au personnel de vulgarisation chargé de transmettre aux producteurs les renseignements sur les pullulations à venir.

Les recherches sur les relations hôte–parasite ont montré l'existence d'un important mécanisme d'adaptation qui limite le développement de la résistance acquise aux ectoparasites. À l'aide d'un modèle portant sur le barbin du mouton, le *Melophagus ovinus*, on a montré que l'immunité des moutons infestés conférée par les cellules est réduite par l'infestation. Les cellules qui sont normalement responsables du développement de l'immunité cellulaire chez les moutons sont devenues incapables de réagir à une stimulation non spécifique par les mitogènes lors d'un essai *in vitro*. Ce phénomène s'observe également lorsque les cellules sont stimulées par un antigène du barbin. Cet état persiste pendant tout l'hiver, jusqu'à ce que les populations de barbins du mouton atteignent leur densité maximale. La réaction cellulaire commence par la suite à redevenir normale alors qu'une nouvelle génération d'agneaux est infestée. Les résultats de cette recherche sont d'une importance capitale parce qu'ils démontrent qu'un ectoparasite peut modifier la réaction immunitaire de son hôte pour assurer sa propre survie. Le renversement du processus d'immunosuppression constitue un moyen possible d'exploiter la résistance naturelle acquise par l'hôte dans la lutte contre les ectoparasites.

Un nouveau système électrostatique permet d'appliquer sélectivement des insecticides sur les parois intérieures des granges. L'appareil produit deux nuages au centre de l'enceinte à traiter. Le nuage supérieur est fait de fines gouttelettes d'insecticide tandis que le nuage inférieur ne contient que de l'eau. Les gouttelettes des deux nuages portent une charge électrique négative. Elles se repoussent donc les unes les autres pour être attirées par les parois intérieures du bâtiment. Comme le nuage d'insecticide se trouve en suspension sur le nuage d'eau, l'insecticide se dépose au plafond et sur la paroi supérieure des murs tandis que les gouttelettes d'eau se déposent sur la paroi inférieure, y compris les animaux et les mangeoires. Cette méthode permet à la fois des économies d'insecticide, de main-d'œuvre et de temps pour les exploitations d'élevage. À l'extérieur, le système peut être inversé pour l'épandage efficace d'insecticide ou de répulsif pour protéger les animaux en patûrage contre les insectes piqueurs.

L'ivermectine, un nouvel antiparasitaire polyvalent pour le bétail, a fait preuve d'une efficacité sans précédent. Contrairement aux autres antiparasitaires efficaces comme les organophosphorés systémiques, l'ivermectine assure toujours une protection totale contre les infestations d'hypoderme rayé et d'hypoderme de bœuf. À cause de son efficacité comme produit injectable, on peut l'administrer en très petites quantités, limitant ainsi les risques de surdosage, de gaspillage et de contamination de l'environnement. Contrairement aux autres composés organophosphorés communément utilisés, l'ivermectine ne présente aucun risque pour des organes vitaux comme l'œsophage et le canal rachidien lorsqu'on l'utilise pour éliminer des parasites internes comme les hypodermes. Cette caractéristique est intéressante du fait qu'elle nous libère de l'obligation de limiter les traitements à certaines saisons ou à certaines périodes du cycle biologique des parasites. Les résultats de tous les tests effectués jusqu'à maintenant montrent que l'ivermectine permet en plus de lutter efficacement contre un nombre grandissant d'insectes et de parasites qui nuisent au bétail.

Mauvaises herbes

Le programme de la Direction générale, dans ce domaine, a pour objet d'élaborer des techniques de lutte qui visent à réduire l'abondance des mauvaises herbes au moyen d'herbicides, de façons culturales, de pratiques agronomiques et d'agents biologiques de lutte.

Des recherches continues sur les herbicides sont nécessaires pour évaluer et mettre au point de nouveaux produits contre certaines mauvaises herbes dans diverses conditions de culture. On doit aussi étudier les techniques d'application de ces substances, leur mode d'action, leur rémanence dans le milieu et leurs effets sur les organismes non visés.

L'écologie des différentes espèces de mauvaises herbes fait aussi l'objet de recherches qui viennent appuyer l'élaboration de méthodes de lutte par des façons culturales et des pratiques agronomiques appropriées. Des études sont menées pour déterminer la présence, l'abondance et l'interférence des mauvaises herbes dans différentes cultures selon différentes façons culturales et pratiques agronomiques.

Beaucoup de nos principales mauvaises herbes ont été introduites accidentellement de l'étranger. Ces espèces se prêtent à la lutte biologique, car au Canada, elles comptent peu d'ennemis naturels comme les insectes et les pathogènes. Actuellement, on s'intéresse à 25 de ces espèces qui ont une importance économique et on est à la recherche d'insectes qui en font leur nourriture exclusive dans leur pays d'origine. Ces mêmes insectes ne sont pas lâchés au Canada tant que les études n'ont pas confirmé qu'ils n'attaqueront que la plante visée.

Réalisations

Des travaux portant sur la densité et la répartition des mauvaises herbes dans les céréales, les oléagineux, les cultures fourragères et les cultures en ligne à l'Île-du-Prince-Édouard, en

4500 fields were surveyed, and reports on density and distribution of weeds were prepared and distributed to extension personnel of each agricultural region.

In 1982 and 1983, scientists at Lacombe developed simple equations that can be used by producers to estimate the yield losses of crops that can be expected from Canada thistle infestation and to decide whether a herbicide treatment would be cost-effective. The percentage of yield loss can be estimated using the following equations: $0.42 + 7.6\sqrt{x}$; $-18.6 + 10.4\sqrt{x}$; $0.4 + 11.2\sqrt{x}$; and $-0.4 + 19.8\sqrt{x}$ for barley, canola, wheat, and flax respectively; x is the number of thistle shoots per square metre. For example, the yield reduction of barley resulting from nine thistle shoots per square metre would be 23%, or 1012 kilograms per hectare if the yield potential of barley was 4400 kilograms per hectare. At $105 per tonne, this yield reduction of barley would represent a loss of $106 per hectare, as opposed to a cost of $8.00 per hectare of an application of MCPA for the control of top growth of Canada thistle.

Research in Vancouver on biological control of weeds such as broad-leaved dock and tansy ragwort continued with the release of insects that are specific predators on these harmful weeds. The larvae of the weevil *Rhinoncus pericarpius* seriously damage roots and crowns of broad-leaved dock and are being raised in the laboratory to determine their effectiveness as a control.

The leaf feeding beetle, *Lema cyanella*, which was introduced from Europe, was released at Indian Head, Sask., and Sussex, N.B., for biological control of Canada thistle. Breeding took place at both sites, but mortality of larvae was high and successful establishment will not be determined with certainty until the spring of 1984. The release of this insect is an important milestone in the debate between taxonomists concerned about diminishing populations of native thistles and agriculturalists attempting to control populations of weedy species. Experimental evidence obtained before the release of this beetle indicated that although *Lema cyanella* feeds on nontarget native thistles in starvation tests, it prefers to feed on the most abundant host species available, which is invariably the damaging weed species. This study, in addition to providing data that support the release of *L. cyanella*, will provide background information when the release of introduced biological-control insects on thistle species is being considered for approval.

A project on the biological control of nodding thistle in Saskatchewan with the seed feeding insect *Rhinocyllus conicus* was completed. The project began in 1962 with surveys for insects on the weed in Europe, and initial releases were made in Canada in 1968. By 1980, all stands of nodding thistle in central Saskatchewan were affected by the insect, although small patches of the weed may still be found in the original areas of infestation. However, nodding thistle is no longer causing significant losses in pasture stands in Canada, and *R. conicus* has subsequently been used successfully for nodding thistle control in many parts of the United States and New Zealand.

Research at Morden provided the necessary data to support the registration and recommendation of cyanazine as a replacement for atrazine. Research further demonstrated that when a vegetable oil is added to the spray mixture, the application rate of cyanazine can be reduced by up to 35%. The addition of metolachlor to cyanazine increases the control of annual grasses such as green foxtail. The use of cyanazine as a selective herbicide for corn in Manitoba reduces the growers' dependency on atrazine, as well as the soil residue problems associated with atrazine use.

Previous research has shown that oilseed crops, such as flax and soybeans, are very susceptible to weed interference early in the growing season. Development of herbicides that can be incorporated into the soil before planting or applied before emergence or immediately after these crops emerge is a high priority. The Morden Research Station contributed significantly to the evaluation of sethoxydim and fluazifop-butyl for the control of annual grasses in flax and soybeans; metribuzin for broad-leaved weed control in soybeans; Dowco 290 for the control of Canada thistle in flax; and ultra-low rates of chlorsulfuron for broad-leaved weed control in flax.

A larva of the seed-feeding insect *Rhinocyllus conicus* in the head of a nodding thistle plant.

Larve d'un insecte granivore, le *Rhinocyllus conicus*, dans un capitule de chardon penché.

Wild mustard continues to be a major weed problem in sunflowers. This problem can be reduced by applying metribuzin after planting the crop but before the plants emerge and incorporating it shallowly by harrowing. This application is now registered and recommended in Manitoba and is being widely accepted by sunflower growers in that province.

Mass balance studies showed that a mixture of triallate and trifluralin, the two most commonly used soil-incorporated herbicides in Western Canada, is dissipated from a wheat field mainly through vapor loss. A 30% loss of both herbicides occurred during the first week after application. A slow but continuous vapor activity was observed throughout the summer, but 40% of both herbicides remained in the soil at the end of August. Data on the persistence of the chemicals and the nature of their dissipation are valuable in understanding efficacy for weed control, in making decisions on production of sensitive crops in the year following application, and in assessing potential environmental damage.

Research at Harrow showed that the type of equipment and the number of passes used to incorporate herbicides into the soil can greatly influence the amount of chemical available for weed control. Poor incorporation of a herbicide can result in uneven horizontal distribution and inconsistent weed control. Also, not incorporating volatile herbicides deep enough increases the volatile loss of expensive chemicals into the atmosphere. Once the herbicide has been incorporated into the soil, its degradation by chemical or microbiological processes is influenced more by soil moisture content and temperature than by soil type or soil acidity. Uneven herbicide distribution results in localized deposits of high concentrations of the herbicide, which may leave sufficient residues to injure sensitive crops grown the next season. Shallow incorporation not only contributes to increased loss of the herbicides through volatilization into the atmosphere but also reduces the herbicide residues left in the soil to levels that may be insufficient to provide

The uniformity of distribution of herbicide in a soil profile (below the horizontal white line) following incorporation by various implements can be assessed with the use of a fluorescent dye (lighter blue spots) in place of the herbicide and can be detected with ultraviolet photography of the exposed vertical soil face.

L'uniformité de la distribution des herbicides dans un profil de sol (sous la ligne blanche horizontale) après incorporation à l'aide de divers instruments aratoires peut être évaluée en utilisant une teinture fluorescente (taches bleues plus pâles) au lieu de l'herbicide et observée en prenant une photographie à l'ultraviolet de la surface verticale du sol exposé.

Ontario, en Saskatchewan et en Colombie-Britannique (6 500 champs au total) ont été effectués à la station de recherches de Regina, en collaboration avec le personnel des ministères provinciaux de l'Agriculture et d'autres stations de recherches. Les résultats de ces travaux, dont la durée variait de 2 à 4 années, ont été publiés dans six rapports intitulés *Weed Survey Series* qui ont été distribués aux responsables de la recherche et de la vulgarisation ainsi qu'à l'industrie agrochimique. Ces rapports contiennent les premières évaluations quantitatives de l'importance relative d'environ 250 espèces de mauvaises herbes et constituent un outil extrêmement utile pour le personnel de vulgarisation et les fabricants d'herbicides dans la promotion de stratégies de lutte contre les mauvaises herbes.

Des études semblables ont été effectuées par la station de recherches de Sainte-Foy, en collaboration avec des chercheurs du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, sur les céréales, les cultures fourragères et les cultures en ligne. Plus de 4 500 champs ont été examinés et les rapports sur la densité et la répartition des mauvaises herbes ont été distribués au personnel de la vulgarisation de chaque région agricole.

En 1982 et en 1983, les chercheurs de la station de Lacombe ont mis au point des équations simples dont les producteurs peuvent se servir pour évaluer les pertes de rendement que risque de provoquer une infestation par le chardon des champs et décider de la rentabilité d'un traitement aux herbicides. Le pourcentage des pertes peut être évalué à l'aide de l'équation suivante: $0{,}42 + 7{,}6\sqrt{x}$; $-18{,}6 + 10{,}4\sqrt{x}$; $0{,}4 + 11{,}2\sqrt{x}$ et $-0{,}4 + 19{,}8\sqrt{x}$ pour l'orge, le canola, le blé et le lin respectivement, où «x» est le nombre de tiges de chardon des champs par mètre carré. Par exemple, la perte de rendement d'orge découlant de la présence de neuf tiges de chardon des champs par mètre carré serait de 23 %, ou 1 012 kilogrammes par hectare, compte tenu d'un rendement virtuel d'orge de 4 400 kilogrammes par hectare. À 105 $ la tonne, une telle réduction du rendement équivaudrait à une perte de 106 $ par hectare, comparativement à un coût de 8 $ par hectare pour une application de MCPA, un herbicide efficace sur le chardon.

Les recherches menées à Vancouver sur la lutte biologique contre les mauvaises herbes comme la patience à feuilles obtuses et la tanaisie vulgaire se sont poursuivies avec le lâcher d'insectes qui sont des prédateurs spécifiques de ces plantes. Les larves du charançon *Rhinoncus pericarpius* peuvent endommager gravement les racines et le collet de la patience. On les élève en laboratoire afin d'en déterminer l'efficacité comme outil de lutte.

Le coléoptère *Lema cyanella* a été introduit d'Europe et lâché à Indian Head, en Saskatchewan, et à Sussex, au Nouveau-Brunswick, pour lutter contre le chardon des champs, car il se nourrit des feuilles de la mauvaise herbe. On a procédé à des élevages aux deux endroits, mais les taux de mortalité étaient élevés et nous ne serons par certains de son implantation définitive avant le printemps de 1984. Le lâcher de cet insecte constitue un point tournant dans le débat qui oppose les taxonomistes préoccupés par la diminution des populations indigènes de chardons et les agronomes qui luttent contre les infestations de mauvaises herbes. Les données expérimentales recueillies avant le lâcher de ce coléoptère laissent croire que même s'il se nourrit de chardons indigènes non visés lors des épreuves de jeûne, il préfère s'attaquer à l'espèce la plus abondante, c'est-à-dire, dans tous les cas, la mauvaise herbe visée. Cette étude, en plus de fournir des données supplémentaires à l'appui des lâchers du *L. cyanella*, nous donnera les données documentaires voulues lors des demandes d'autorisation pour le lâcher d'insectes introduits pour le contrôle des chardons.

Les travaux menés dans le cadre d'un projet de lutte biologique contre le chardon penché en Saskatchewan à l'aide d'un insecte granivore (*Rhinocyllus conicus*) sont terminés. Ce projet avait débuté en 1962 par des études menées en Europe sur les insectes qui vivent de cette mauvaise herbe et les premiers lâchers avaient été faits au Canada en 1968. En 1980, tous les peuplements de chardon penché du centre de la Saskatchewan subissaient les attaques de l'insecte, même si on en trouve encore de petites parcelles dans les régions où l'infestation a débuté. Toutefois, le chardon penché ne cause plus de pertes significatives dans les pâturages du Canada et le *R. conicus* a depuis été utilisé avec succès pour lutter contre le chardon penché dans plusieurs régions des États-Unis et de la Nouvelle-Zélande.

Les recherches menées à Morden ont permis d'obtenir les données nécessaires à l'appui de l'homologation et de la recommandation de la cyanazine pour remplacer l'atrazine. Les recherches ont de plus permis de constater que lorsqu'on ajoute une huile végétale à la bouillie herbicide, le taux d'application de la cyanazine peut être réduit dans une proportion pouvant atteindre 35 %. L'ajout de métolachlore à la cyanazine augmente son efficacité contre les graminées adventices annuelles comme la sétaire verte. L'utilisation de la cyanazine comme herbicide sélectif sur les cultures du maïs au Manitoba réduit la dépendance des producteurs à l'égard de l'atrazine tout en éliminant le problème des résidus que cause cet herbicide.

Des recherches antérieures ont montré que les cultures d'oléagineux comme le lin et le soja sont très sensibles à l'interférence due aux mauvaises herbes au début de la saison. Il est donc prioritaire de mettre au point des herbicides qui peuvent être incorporés dans le sol avant l'ensemencement, ou appliqués avant l'émergence ou immédiatement après. La station de recherches de Morden a contribué sensiblement à l'évaluation du séthoxydime et du fluazifop-butyl pour la lutte contre des graminées adventices annuelles dans les champs de lin et de soja, de la métribuzine pour la lutte contre les mauvaises herbes à feuilles larges dans le soja, du Dowco 290 pour la lutte contre le chardon des champs dans le lin et

adequate weed control over the critical period during which the crop is developing.

Research in London on the mode of action of the broad-spectrum herbicide glyphosate established, for the first time, the promotive effect of glyphosate on the metabolism of indole-3-acetic acid (IAA). Treated plants had a high rate of conjugation and oxidation of IAA and a significantly low free IAA level compared with the control. Further comparisons of glyphosate and related compounds in tolerant and susceptible plant species revealed that the induced increase in IAA metabolism was correlated with the inhibition of growth, the decrease of ethylene production, and the release of lateral buds from apical dominance in susceptible plants. As IAA is a natural plant hormone and is known to be involved in these and various other aspects of plant growth and development, the finding of the effect of glyphosate on IAA metabolism provides a direct link between glyphosate action and plant response. These results demonstrate the potential use of glyphosate as a plant growth regulator in addition to its use as a herbicide.

Diseases

Disease organisms are associated with all plant species, and only new crops grown in new areas seem to be relatively free from destructive pathogens. The more temperate areas of Canada have a great diversity of horticultural crops and are continually subjected to the ravages of fungal, viral, nematode, and bacterial pathogens. In the more northern regions, fluctuating temperatures, variable snow cover, and depth of frost penetration are all factors that predispose agricultural crops to disease. Chemicals, particularly fungicides, have been effective in controlling many crop diseases. However, in response to environmental concerns, current research is directed more toward management systems that use chemicals more selectively and make effective use of natural control and cultural practices. Breeding plants for resistance to disease has helped to reduce crop losses. The approach has been particularly rewarding with many of the cereal crops. Biological control has not been as effective against pathogens as it has against insect pests, but more attention is now being directed toward this approach.

Research accomplishments

Following the 1980 outbreak of fusarium head blight that resulted in high levels of vomitoxin in Canadian fall and spring wheat, interest has centered on evaluating the hazard that vomitoxin represents for the feed and food industries. In Fredericton, studies in which vomitoxin was incubated in vitro with rumen fluid revealed that at potential feed contamination levels, vomitoxin is readily transformed by the rumen microorganisms. The resulting transformed product was isolated, purified, and characterized by spectroscopic methods. Efforts are now under way to determine whether the transformation constitutes a meaningful detoxification reaction.

Commercial peanut hectarage in Ontario is steadily increasing. Scientists in London have investigated the potential for mycotoxin production in Ontario-grown peanuts. Aflatoxin-related compounds were identified in the peanut pathogen *Cercospora arachidicola*. The related toxin dothistromin was present in significant amounts, and the aflatoxin precursor averifin was found in small quantities. These toxins may be of concern to the development of the peanut crop in southern Ontario if *C. arachidicola* is detected in the field.

Increased levels of powdery mildew in Okanagan orchards are of concern to growers and have led to the belief that recommended chemicals are no longer effective. The key to effective control is the application of a fungicide early enough to control primary infection and thus minimize summer inoculum. The potential for primary infection can be estimated from the levels of white tips during the winter. The Summerland Research Station developed a monitoring system to estimate the potential for primary infection by sampling 10% of the trees in an orchard during the winter. Twenty-five vegetative tips per quadrant are selected at random and scored for the presence or absence of mildew. If 5–15% of the tips show mildew, a fungicide is applied at the silver-tip stage followed by a pink spray. If 15% or more of the tips show mildew, an additional spray at the tight cluster is suggested. The monitoring system is fast and easy to use, and warns of potential mildew problems.

Disease symptoms of bacterial speck, caused by the organism *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, are easily confused with those caused by other pathogenic bacteria. In the past, diagnosis required time-consuming physiological and pathological tests. A new method has now been developed in London in which bacteriophages with high specificity for the pathogen are used. When the bacteriophages are spotted onto agar plates covered with water suspensions from lesions suspected to be the result of bacterial speck, the development of lysis zones within 18–36 hours confirms the presence of the pathogen. No lysis zones were produced with

A head of barley affected by loose smut, which illustrates the need for continuing cereal breeding to develop genetic resistance to diseases.

Épi d'orge envahi par le charbon nu. Cette illustration vise à démontrer le besoin de poursuivre les travaux d'amélioration génétique des céréales afin de mettre au point des cultivars résistants aux maladies.

du chlorsulfuron, à très faibles doses, pour la lutte contre les mauvaises herbes à feuilles larges dans le lin.

La moutarde des champs constitue toujours un important problème pour les producteurs de tournesols, cependant l'application de métribuzine après l'ensemencement mais avant l'émergence des plantes et son incorporation par un hersage léger peut contribuer à limiter les dégats. Cette application, maintenant sanctionnée et recommandée au Manitoba, est largement adoptée par les producteurs.

Des études de bilan massique ont permis de constater qu'un mélange de triallate et de trifluraline, les deux herbicides les plus communément utilisés en incorporation dans le sol dans l'ouest du Canada, disparaît des champs de blé principalement sous forme de vapeur. On a noté une perte de 30 % des deux herbicides pendant la première semaine suivant l'application. Une évaporation lente mais continue des herbicides a ensuite été observée pendant tout l'été, mais il en restait encore 40 % dans le sol, à la fin d'août. Les données sur la rémanence de ces produits chimiques et sur la nature de leur déperdition sont utiles pour mieux comprendre l'efficacité des produits contre les mauvaises herbes, pour prendre les décisions voulues concernant la production de cultures sensibles au cours de l'année qui suit l'application et pour évaluer les dommages possibles causés à l'environnement.

Des travaux de recherches menés à Harrow ont démontré que le type d'équipement et le nombre de passages nécessaires pour incorporer les herbicides dans le sol peuvent influer énormément sur la quantité de produits chimiques utiles pour la lutte contre les mauvaises herbes. Une incorporation inadéquate de l'herbicide peut donner une répartition horizontale inégale et, en conséquence, des résultats variables. Par ailleurs, lorsque des herbicides volatils ne sont pas incorporés assez profondément dans le sol, on s'expose à des pertes dans l'atmosphère de produits chimiques coûteux. Une fois l'herbicide incorporé, sa dégradation par les processus chimiques et microbiologiques dépend plus de la teneur en humidité et de la température du sol que du type ou de l'acidité de ce dernier. Une répartition inégale de l'herbicide peut provoquer, par endroits, de fortes concentrations du produit qui peuvent laisser des résidus suffisants pour endommager les cultures sensibles cultivées la saison suivante. Finalement, une incorporation peu profonde contribue non seulement à une perte accrue de l'herbicide par volatilisation dans l'atmosphère, mais abaisse en plus les résidus laissés dans le sol à des niveaux qui peuvent être insuffisants pour assurer une protection adéquate contre les mauvaises herbes pendant la période critique du développement des cultures.

Les recherches menées à London sur le mode d'action du glyphosate, un herbicide à large champ d'action, ont démontré pour la première fois l'effet bénéfique de ce produit sur le métabolisme de l'acide indole-3-acétique (AIA). Les plantes traitées présentaient un taux élevé de conjugaison et d'oxydation de l'AIA et une teneur significativement plus faible en AIA libre, comparativement aux témoins. Des travaux comparatifs plus poussés sur les effets du glyphosate et de composés apparentés chez des espèces végétales tolérantes et sensibles ont montré l'existence d'une corrélation entre l'augmentation induite du métabolisme de l'AIA d'une part et l'inhibition de la croissance, la diminution de la production d'éthylène et le développement des bourgeons latéraux chez les plantes sensibles d'autre part. Comme l'AIA est une hormone végétale naturelle et que l'on connaît déjà ses effets sur les aspects susmentionnés et d'autres aspects de la croissance et du développement des plantes, la découverte des effets du glyphosate sur le métabolisme de l'AIA permet d'établir un lien direct entre l'action du glyphosate et la réaction des plantes. Ces résultats illustrent les possibilités d'utilisation du glyphosate non seulement comme herbicide, mais aussi comme régulateur de croissance.

Maladies

Des organismes pathogènes sont associés à toutes les espèces végétales et seules les nouvelles cultures pratiquées dans des régions récemment mises en exploitation en semblent relativement exemptes. Les régions les plus clémentes du Canada produisent de nombreux types de cultures horticoles et sont continuellement soumises aux attaques des champignons, des virus, des nématodes et des bactéries. Dans les régions plus septentrionales, les fluctuations de température, la variation de la couverture de neige et la profondeur de gel sont tous des facteurs qui prédisposent les cultures aux maladies. Les produits chimiques, en particulier les fongicides, se sont révélés efficaces contre de nombreuses phytopathies. Toutefois, à cause des dangers qu'ils présentent pour l'environnement, la recherche actuelle s'oriente davantage vers les systèmes de lutte basés sur l'emploi sélectif de produits chimiques et la mise à profit des antagonismes naturels et des méthodes culturales. L'amélioration génétique des plantes axée sur la résistance aux maladies a permis de réduire les pertes de récolte, en particulier pour de nombreuses céréales. La lutte biologique a donné de meilleurs résultats contre les insectes que contre les maladies, mais on accorde maintenant une plus grande attention à ces dernières.

Réalisations

Depuis l'épidémie de fusariose de 1980 qui a provoqué la formation de grandes quantités de vomitoxine dans les blés canadiens d'automne et de printemps, on s'est efforcé d'évaluer les risques que présente la vomitoxine dans les secteurs de la fabrication d'aliments et de provendes. A Fredericton, des travaux au cours desquels on a incubé *in vitro* de la vomitoxine avec du liquide ruminal ont montré qu'à des teneurs qui présentent des risques de contamination des aliments, la vomitoxine est facilement transformée par les micro-organismes du rumen. Le produit qui découlait de cette transformation a été isolé, purifié et analysé par spectroscopie. On cherche actuellement à déterminer si cette transformation constitue une véritable réaction de détoxication.

Les superficies consacrées à la culture commerciale de l'arachide en Ontario augmentent d'année en année. Les chercheurs de London ont étudié les risques de production de mycotoxines dans les arachides cultivées dans cette province. On a identifié un composé apparenté à l'aflatoxine dans l'organisme pathogène de l'arachide, le *Cercospora arachidicola*. On a mesuré des quantités significatives de la toxine dothistromine, en plus de constater la présence de petites quantités d'avérifine, un précurseur de l'aflatoxine. Ces toxines pourraient devenir une source de problèmes pour ceux qui cherchent à accroître la production d'arachides dans le sud de l'Ontario, si le *C. arachidicola* venait à envahir les champs.

La contamination accrue par le blanc dans les vergers de l'Okanagan préoccupe de plus en plus les producteurs et suggère que les fongicides chimiques recommandés ne sont plus efficaces. Cependant, pour lutter efficacement contre ce champignon, il faut traiter assez tôt au printemps pour limiter la contamination primaire et ainsi diminuer au maximum l'inoculum. On peut évaluer les risques de contamination primaire par l'observation des extrémités blanches des tiges pendant l'hiver. La station de recherches de Summerland a mis au point un système de contrôle permettant d'évaluer les risques de contamination primaire au moyen d'un échantillonnage pratiqué sur 10 % des arbres d'un verger pendant l'hiver. On choisit au hasard 25 extrémités végétatives par quadrant, pour y déterminer la présence ou l'absence du blanc. Si de 5 à 15 % des extrémités présentent des signes de contamination, on procède à l'application d'un fongicide au stade du débourrement,

other bacterial pathogens of tomato or related saprophytes found in Ontario tomato fields, but bacterial speck lesions 43 days old still gave positive results. Field tests indicate that this simple and rapid method for identifying bacterial speck can be used widely in tomato-growing areas of Canada and elsewhere in North America.

Plant pathology research at the Chemistry and Biology Research Institute focused on rapid diagnosis and epidemiology of important virus and mycoplasma diseases of fruit trees and forage legumes. An antiserum against the mycoplasma that causes peach X-disease was prepared. Procedures were then developed for detecting the pathogen in small samples of diseased plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and immunosorbent electron microscopy (IEM). Both of these immunological methods can be used to detect mycoplasma rapidly in herbaceous host plants that may serve as disease reservoirs in peach orchards. The IEM technique was also adapted for the detection of aster yellows mycoplasma in individual vector leafhoppers. This adaptation now makes it feasible to determine the proportion of infective leafhoppers present in a population within 2 or 3 days as opposed to the several weeks required for biological transmission tests. White clover mosaic virus was found to be the most prevalent of several viruses detected in red clover crops in eastern Ontario. In a 3-year study, the virus was shown to adversely affect key processes essential for symbiotic nitrogen fixation in red clover plants. Because the clover crops are often grown in rotation with nonleguminous crops to reduce the requirement for synthetic nitrogen fertilizers, the need for an effective control of this virus is reiterated. The spread of the virus could be reduced considerably by ensuring that the seed lots used are virus-free.

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

Agriculture Canada has a mandate to develop technology for and conduct research in all food commodities, except fish, from the farm to the consumer. Specific objectives relate to processing, distributing, and retailing — those segments of the food system that most concern the consumer. The Research Branch is concerned mainly with facilitating the development of an efficient, competitive, and growing Canadian food industry, ensuring the safety and good nutritive quality of the food produced. The effectiveness of the processing sector is being increased through the development of new processing technology, more efficient food-processing systems, and improved food quality.

The development of new food ingredients and products, especially those that have functional and nutritional properties with commercial potential, includes processes and products that are of interest to the food industry.

To assist in increasing efficiency in the distribution sector, the Research Branch is developing technology to improve effectiveness of off-farm storage of fresh fruits and vegetables and to reduce losses in stored grains and oilseeds by controlling insects.

The safety and nutritive value of food and agricultural products are important consumer concerns. Feedstuffs and foods are examined for the presence of undesirable material, and control procedures are developed. The Branch monitors the composition of selected animal and plant material, formulates food products with good nutritional value, studies the availability of selected nutrients, and conducts research on the relationship between certain nutrients and diseases.

Rouville, a scab-resistant apple variety developed at Saint-Jean.

Le Rouville, un cultivar de pomme résistant à la tavelure mis au point à Saint-Jean.

suivi d'un autre au stade du bouton rose. Si 15 % ou plus des extrémités sont atteintes, on suggère de procéder à une autre pulvérisation au stade du pré-bouton rose. Le système de dépistage est rapide, facile à utiliser et permet de prévoir efficacement les risques de contamination par le blanc.

Les symptômes de la moucheture bactérienne de la tomate, causée par le *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, sont difficiles à distinguer de ceux d'autres bactérioses. Par le passé, il fallait pour diagnostiquer cette maladie procéder à de longues épreuves physiologiques et pathologiques. Les chercheurs de London ont maintenant mis au point une méthode qui utilise des bactériophages très spécifiques au pathogène. Lorsqu'on distribue les bactériophages sur des plaques de gélose recouvertes d'une suspension aqueuse provenant de lésions que l'on pense être dues à la moucheture bactérienne, le développement de zones de lyse, de 18 à 36 heures plus tard, confirme la présence du pathogène. On n'a observé aucune zone de lyse lors d'essais effectués avec d'autres pathogènes bactériens de la tomate ou des saprophytes apparentés qui ont été prélevés dans des champs de tomates de l'Ontario, mais des lésions dues à la moucheture bactérienne continuaient à donner des résultats positifs après 43 jours. Des essais effectués au champ montrent que cette méthode simple et rapide d'identification de la moucheture bactérienne peut être utilisée partout où l'on cultive des tomates, au Canada ou ailleurs en Amérique du Nord.

Les phytopathologistes de l'Institut de recherches chimiques et biologiques ont mis l'accent sur le diagnostic rapide et l'épidémiologie de maladies à virus et à mycoplasmes importantes des arbres fruitiers et des légumineuses fourragères. On a ainsi préparé un antisérum contre le mycoplasme responsable de la maladie X du pêcher. Par la suite, on a mis au point des méthodes permettant le dépistage du pathogène dans de petits échantillons de plantes atteintes au moyen du test immuno-enzymatique ELISA et d'une méthode apparentée qui utilise la microscopie électronique. Ces deux méthodes immunologiques permettent la détection rapide du mycoplasme chez les herbacées hôtes qui peuvent faire office de réservoirs dans les vergers de pêchers. La méthode au microscope électronique a aussi été adaptée pour le dépistage du mycoplasme responsable de la jaunisse de l'aster chez les cicadelles qui lui servent de vecteur. Cette adaptation permet maintenant de déterminer la proportion de cicadelles infectées au sein d'une population en moins de 2 ou 3 jours, comparativement à plusieurs semaines pour les tests classiques de transmission biologique. Parmi les nombreux virus qui contaminent les cultures de trèfle rouge de l'est de l'Ontario, on a constaté que celui de la mosaïque du trèfle blanc est le plus fréquent. Au cours d'une étude ayant duré 3 ans, on a observé que ce virus perturbe les processus essentiels à la fixation symbiotique de l'azote chez le trèfle rouge. Comme le trèfle est souvent cultivé en rotation avec des cultures non légumineuses afin de réduire la dépendance envers les engrais azotés synthétiques, il est important de trouver une méthode efficace de lutte contre ce virus. On pourrait en ralentir considérablement la propagation en s'assurant que les lots de semences utilisés en sont exempts.

SCIENCE ET TECHNOLOGIE ALIMENTAIRES

Agriculture Canada a le mandat de mettre au point des techniques et de mener des recherches pour tous les produits alimentaires, à l'exception du poisson, de leur sortie de la ferme, jusqu'à la table du consommateur. À cette fin, il poursuit des objectifs précis qui se rapportent à la transformation, à la distribution et à la vente au détail, soit les segments du circuit alimentaire qui intéressent le plus le consommateur. La Direction générale de la recherche vise surtout à faciliter la mise sur pied d'un secteur alimentaire canadien efficace, concurrentiel et progressif dans le but d'assurer l'innocuité et la valeur nutritive des aliments. Elle voit à augmenter le rendement du secteur de la transformation en élaborant de nouvelles techniques de transformation, en rendant les systèmes de transformation alimentaire plus efficaces et en améliorant la qualité des aliments.

La mise au point de nouveaux ingrédients et produits alimentaires, en particulier ceux dont les caractéristiques fonctionnelles et nutritives offrent des possibilités commerciales, englobe les procédés et les produits susceptibles d'intéresser l'industrie alimentaire.

Afin de contribuer à améliorer le rendement du secteur de la distribution, la Direction générale de la recherche élabore des techniques qui visent à accroître l'efficacité de l'entreposage des fruits et des légumes frais à l'extérieur de la ferme, et qui par la lutte contre les insectes, permettent de réduire les pertes de céréales et d'oléagineux entreposés.

L'innocuité et la valeur nutritive des produits agro-alimentaires préoccupent beaucoup le consommateur. Pour cette raison, les aliments de consommation humaine et animale font l'objet d'examens de dépistage de contaminants qui nécessitent la mise au point de méthodes de contrôle de la qualité. La Direction générale surveille la composition de certains produits animaux et végétaux, formule des produits alimentaires nutritifs, étudie l'assimilabilité de certains éléments nutritifs, et mène des recherches sur les rapports entre des éléments nutritifs donnés et certaines maladies.

La recherche en science et en technologie alimentaires se fait à l'Institut de recherches sur les aliments et au Centre de recherches zootechniques, situés à Ottawa, ainsi qu'aux stations de recherches de Summerland, de Lacombe, de Kentville et bientôt de Saint-Hyacinthe.

Pour que les programmes de recherches et de développement en matière d'alimentation conviennent à l'industrie alimentaire canadienne, un colloque sur le sujet a eu lieu en 1983, marqué par la participation active du secteur alimentaire. On est en train de mettre sur pied de nouveaux mécanismes visant à stimuler la consultation et la communication entre le gouvernement et la profession. En outre, un nouveau centre de recherches intégrées sur les aliments, en voie de construction à Saint-Hyacinthe (Québec), devrait ouvrir ses portes en 1986.

Aux recherches internes viennent se greffer des programmes de recherches et de développement contractuels dans les domaines suivants: viandes, produits végétaux, nutrition, énergie, et transformation, distribution et vente au détail, dotés d'un budget global de plus de 3 millions de dollars.

Most of the research on food science and technology is conducted at the Food Research Institute and the Animal Research Centre, both in Ottawa, and at the research stations located at Summerland, Lacombe, Kentville, and soon at Saint-Hyacinthe.

To ensure the relevance of the programs in food research and development to the Canadian food industry, a seminar was held on the subject in 1983 at which the food industry actively participated. New mechanisms to increase consultation and communication between government and industry are being developed. A new, integrated food research center, being built at Saint-Hyacinthe, Que., is scheduled for completion in 1986.

In-house research is supplemented by contract research and development programs on meats, plant products, human nutrition, energy, and processing, distributing, and retailing, with a total allotment of over $3 million.

The processing, distributing, and retailing program, administered jointly with five other departments, includes research that will increase efficiency and effectiveness in the food processing industry.

In addition, operating grants support research in food science and technology at Canadian universities. The Canadian Dairy Commission also administers a $2.2 million program on research and development of dairy products.

Food processing

The major objective of food-processing research is to increase technological innovation and efficiency in the processing sector. This is being accomplished by developing new methods and processes for the transformation of selected plant and animal products, by explaining principles of the interactions of components, by studying biochemical and microbial interactions in agricultural raw materials or food ingredients as they are processed into foods, and by controlling the effects of processing upon food quality. It is also imperative to transfer such developments to the food industry.

Research on food processing is being conducted at the Food Research Institute (cereals, oilseeds, dairy, and meat), at Summerland (tree fruit products), at Lacombe (meat), at Kentville (vegetables and small fruits), and at the Engineering and Statistical Research Institute (equipment).

Research accomplishments

Meat

The Food Research Institute collaborates with provincial agencies and industrial laboratories in conducting sensory evaluation panels. During the past year, products such as beef, eggs, pork, and turkey have been evaluated for flavor, texture, and aroma to study the effects of these factors as they relate to processing, feeds, breeds, and age. The development of new methods by which panel responses can be evaluated has also become an important part of the research being done. Workshops, seminars, and personal communication are methods that are being used by researchers working on sensory evaluation to increase the awareness of the importance of sensory evaluation in representatives from government and industry involved in food technology.

Dairy

Ricotta cheese has traditionally been produced by heating whey or a mixture of whey and milk in open kettles, and acidifying and removing the coagulated curd that floats to the top. This procedure was mechanized, and a process was developed whereby mixtures of milk and whey are continuously heated, acidified, and coagulated. The resulting curd is continuously separated from the deproteinated whey on a nylon belt. Because the process is mechanized, production costs are expected to be sharply reduced.

Electron microscopy showed that the nature and density of the protein network in yogurt depends on the composition of the milk used. Separation of whey, which is a defect, from the yogurt was reduced as the density of the network was increased. Increased density was achieved by fortifying the yogurt with total milk solids, casein, or whey proteins in combinations or separately. A method was developed for the evaluation of syneresis by centrifugation.

Cereals and oilseeds

A rapid but specific technique using fluorescence microscopy was developed for investigating the effects of processing on food structures and ingredients. This technique uses sensitive fluorescent dyes. For instance, one of the dyes, Nile Blue A, was used to stain and study the distribution of oil-bearing subcellular structures in canola seeds and their processed products, press cake and meal. Processing efficiency was monitored by staining the cake and the meal to detect the presence of intact oil-bearing cells. Modification of this technique for rapid visualizing of oils should prove to be useful in improving experimental processing systems.

Extrusion cooking is an energy-efficient method of transforming cereal flours or starches into useful products for the food industry. The properties of the end product are a function of the extent to which the starch molecules are modified by the process. Results at the Food Research Institute showed that the extent of molecular degradation of starch in a single-screw extruder is controlled by the shear stress applied to the polymer and by the length of time that the material remains inside the extruder. A mathematical model that predicts the extent of starch degradation and in which these parameters are used has been developed. Studies are now under way to relate the extent of degradation to other functional parameters.

Fruits and vegetables

Conventional techniques for the production of fruit juice require milling the fruit coarsely and pressing the product to remove the free juice from the nonsoluble skin, seeds, and pulp. Recent developments in the commercial production of hydrolytic enzymes, however, have lowered the cost of enzymes capable of digesting fruit pulp to the fine-particle stage. Replacing the pressing step with enzymatic hydrolysis is thus now commercially feasible. Viscosity and opacity caused by particles left in the juice can be controlled by hydrolysis. The particles can then be removed to produce a clear juice, if desired. Three enzymes were tested at Summerland for juice-releasing ability: pectinase, cellulase, and cellobiase. Treatments involved enzyme digestion singly, in concert, and in series. Serial digestion produced the most efficient yields of juice (85–90% of whole-fruit weight). Skins and seeds were partly removed by a finishing mill during pretreatment and by centrifugation after enzyme digestion. No pressing was necessary during the production of clear juice. Some treatments produced juices that remained hazy and required filtration to clarify the product. The process represents an increase in efficiency of juice recovery of approximately 10% over current commercial practice. The enzyme-treated juices also have lower pH, higher sugar content, and higher titratable acidity (approximately 5%) than do control juices not treated with enzymes.

Migration of calcium and magnesium from fruits to syrup in canned products was studied for five tree fruits at five syrup-pack levels. Mineral migration was extremely rapid in the first 24 hours of processing. The final equilibrated value of calcium and magnesium in the fruit and syrup phases was influenced by the type of fruit, not by the syrup. Between 30 and 50% of the minerals were leached into the syrups.

A procedure for home blanching of garden vegetables in a microwave oven was developed at Summerland. Fresh garden

Le programme concernant la transformation, la distribution et la vente au détail, géré conjointement avec cinq autres ministères, comprend des recherches visant à améliorer l'efficacité du secteur de la transformation alimentaire.

En outre, le Ministère accordera des subventions de fonctionnement pour appuyer la recherche en science et en technologie alimentaires dans les universités canadiennes. La Commission canadienne du lait gère également un programme de 2,2 millions de dollars sur la recherche et le développement dans le domaine des produits laitiers.

Transformation alimentaire

Le principal objectif de la recherche sur la transformation des aliments est de favoriser l'innovation et l'efficacité technologiques dans le secteur de la transformation, grâce à la mise au point de méthodes et de procédés nouveaux de transformation de certains produits végétaux et animaux, à l'explication des principes qui régissent l'interaction des éléments, à l'étude de l'interdépendance biochimique et microbiologique des matières premières agricoles ou des ingrédients alimentaires durant la transformation, et à la maîtrise de l'action des traitements industriels sur la qualité des aliments. Il est également impérieux de faire part à l'industrie alimentaire des progrès réalisés dans ces domaines.

La recherche sur la transformation des aliments s'effectue à l'Institut de recherches sur les aliments (céréales, oléagineux, produits laitiers et viandes), à Summerland (produits du verger), à Lacombe (viandes), à Kentville (légumes et petits fruits), et à l'Institut de recherches techniques et statistiques (équipement).

Réalisations

Viandes

L'Institut de recherches sur les aliments dirige des comités d'évaluation organoleptique en collaboration avec des organismes provinciaux et des laboratoires industriels. L'an dernier, on a évalué la saveur, la texture et l'arôme de produits comme le bœuf, les œufs, le porc et le dindon dans le but d'étudier les effets des procédés de transformation, des régimes alimentaires, de la race et de l'âge des animaux sur ces caractères. La mise au point de nouvelles méthodes d'évaluation des réponses des comités est également devenue une part importante de la recherche. Les chercheurs qui travaillent sur l'évaluation organoleptique des aliments comptent sur les ateliers, les colloques et les communications personnelles pour sensibiliser à l'importance de leurs études les représentants du gouvernement et de l'industrie intéressés à la technologie alimentaire.

Produits laitiers

Depuis toujours, on fabrique le fromage ricotta en chauffant du lactosérum ou un mélange de lactosérum et de lait dans des cuves ouvertes, et en acidifiant et en retirant le caillé qui flotte à la surface. On a maintenant automatisé cette méthode et mis au point un procédé par lequel les mélanges de lait et de lactosérum sont continuellement chauffés, acidifiés et coagulés. Le caillé qui en résulte est continuellement séparé du lactosérum déprotéiné sur un convoyeur de nylon. Comme le procédé est automatisé, on prévoit réduire nettement les coûts de production.

Grâce à la microscopie électronique, on a découvert que la nature et la densité du réseau de protéines dans le yogourt dépendent de la composition du lait utilisé. On a ainsi réussi à diminuer la séparation, considérée comme un défaut, entre le lactosérum et le yogourt, en augmentant la densité du réseau, c'est-à-dire en fortifiant le yogourt avec un apport d'ingrédients laitiers totaux, de caséine ou de protéines de lactosérum combinés ou séparément. On a également élaboré une méthode pour évaluer la synérèse par centrifugation.

Céréales et oléagineux

On a mis au point une technique rapide mais spécifique de microscopie à fluorescence pour examiner les effets de la transformation sur la composition des aliments à l'aide de colorants fluorescents sensibles. Par exemple, on a utilisé l'un d'entre eux, le bleu de Nil A, pour colorer et étudier la répartition des structures infracellulaires oléagineuses dans les graines de canola et dans leurs produits transformés, soit le tourteau pressé et la farine. On a surveillé l'efficacité de la transformation en colorant les produits du canola dans le but de détecter la présence de cellules oléagineuses intactes. La modification de cette technique pour rendre les huiles rapidement visibles devrait être utile pour améliorer les systèmes de transformation expérimentaux.

La cuisson-extrusion est une méthode économe en énergie pour transformer les farines ou les amidons de céréales en produits utiles pour l'industrie alimentaire. Les propriétés du produit fini dépendent du degré de modification des molécules d'amidon par le procédé. Les résultats obtenus à l'Institut de recherches sur les aliments ont montré que l'intensité du cisaillement appliqué au polymère et la période de temps pendant laquelle le produit reste à l'intérieur de l'extrudeur régissent l'étendue de la dégradation moléculaire de l'amidon dans un extrudeur mono-vis. On a conçu un modèle mathématique qui prévoit l'étendue de la dégradation de l'amidon en utilisant ces paramètres. Des études sont actuellement en cours pour établir le lien entre l'étendue de la dégradation et d'autres paramètres fonctionnels.

Fruits et légumes

Dans les techniques classiques de production du jus de fruits, on doit broyer le fruit grossièrement et presser le produit pour retirer le jus contenu dans la pelure, les graines et la pulpe insolubles. Toutefois, grâce à de récentes améliorations de la production commerciale des enzymes hydrolytiques, on a réussi à abaisser le coût des enzymes capables de digérer la pulpe de fruit jusqu'au stade de fines particules. On peut maintenant remplacer le pressurage par l'hydrolyse enzymatique à l'échelle commerciale. La viscosité et l'opacité causées par les particules dans le jus peuvent être contrôlées par l'hydrolyse. On peut ensuite retirer les particules si on désire obtenir un jus plus limpide. Les chercheurs de la station de Summerland ont étudié l'aptitude à libérer le jus de trois enzymes, soit la pectinase, la cellulase et la cellobiase. Les traitements consistaient en une digestion enzymatique simple, et en des digestions simultanées ou en série. Les digestions en série ont donné le meilleur rendement en jus (de 85 à 90 % du poids du fruit entier). Une partie de la pelure et des graines était enlevée par un moulin de finissage avant le traitement, et par centrifugation après la digestion enzymatique. Aucun pressurage n'a été nécessaire dans la production d'un jus limpide. Certains traitements ont donné des jus qui demeuraient brouillés et qui devaient être filtrés pour être clarifiés. Le procédé représente une amélioration de l'efficacité de la récupération de jus d'environ 10 % par rapport à la pratique commerciale courante. En outre, les jus traités aux enzymes ont un pH inférieur, une teneur en sucre supérieure et une acidité titrable plus élevée (environ 5 %) que les jus témoins non traités avec les enzymes.

Le mouvement du calcium et du magnésium des fruits vers le sirop a été étudié dans le cas de cinq fruits mis en conserve dans du sirop à cinq densités différentes. Le déplacement minéral était extrêmement rapide dans les 24 premières heures de la transformation. La teneur finale de calcium et de magnésium dans le fruit et le sirop dépendait du type de fruit, mais non du sirop. Entre 30 et 50 % des éléments minéraux ont diffusé dans le sirop.

vegetables are placed in plastic freezer bags, the open end is folded under, and the vegetables in the bag are treated in a home-style microwave oven for the required period of time. The procedure is completed by cooling the vegetables in the bag in cold water, sealing the bag, and freezing the product in the conventional manner. Tables were prepared listing the blanching times required for loads of 200–400 grams of vegetables exposed to microwaves at power settings ranging from 350 to 650 watts for carrots, peas, snow peas, broccoli, cauliflower, asparagus, zucchini, green beans, kernel corn, and corn on the cob. Sensory evaluation of vegetables, all having been kept frozen for 1½ months, indicates that microwave-blanched vegetables are as good as or better than steam-blanched vegetables. Best results are obtained by microwave blanching for the shortest possible time consistent with load and power limitations.

New information was developed by the Morden Research Station on the composition and distribution of the flavor components of horseradish. Optimum drying conditions were determined for the dehydration of sliced horseradish roots. A dehydrated product was prepared and evaluated in the Japanese market with the cooperation of the Marketing and Economics Branch. This product was found to be superior to existing products because of its lighter color and pungent flavor.

Wines frozen to a pumpable slush at –5°C cause the precipitation of tartrate within 90 minutes, especially when the slush is subjected to gentle agitation during the holding period. A similar process, called cryoconcentration, can be used for the production of wine concentrates or light wines. Compacted slush is less dense than unfrozen wine and floats to the top of a holding tank. Ice crystals within the slush release most of the constituents of the wine. Gentle heating of the surface allows localized melting of ice crystals and withdrawal of water. Cryoconcentration was used to produce a series of six wines ranging from a light wine that contained 6% alcohol to a portlike wine that contained 16.5% alcohol. Varietal character was maintained in the wines, but there was a marked gradation in flavor intensity between the low- and high-alcohol products. Light wines represent a vigorously expanding wine market. Wine concentration also holds the potential for large savings in transportation costs. The British Columbia wine industry annually imports approximately 18 million litres of blending wine. This volume could be halved by cryoconcentration. Cryoconcentration also has potential for use in the concentration of juice. A double-strength grape juice was produced without heating or vacuum treatment. Separate fractions were fermented to produce a light wine and an intensely flavored "icewein"-style dessert wine.

Ingredients and new-product development

Agriculture Canada is concerned about the number of food ingredients that are imported into Canada. Where it is economically practical, means for developing a Canadian-ingredient industry must be found, so that Canada can become self-sufficient in some ingredients and develop export industries for others. Research on ingredients is conducted at the Food Research Institute.

The Reseach Branch also aims to develop and transfer to industry prototypes of new food products and methods, as well as processes for their production. In order to make full use of our raw commodities and to expand our food industry, new technology must be developed to increase the value-added component of Canadian food products. Activities in this area are being conducted at Summerland, the Food Research Institute, Kentville, and Saint-Jean.

Analysis of the syrup fraction from processed fruit reveals that a large portion of the fruit calcium and magnesium migrates to the syrup.

L'analyse du sirop des fruits mis en conserve révèle qu'une grande partie du calcium et du magnésium migre des fruits vers le sirop.

Research accomplishments

The oat fractionation process, developed jointly by the Food Research Institute and the Ottawa Research Station, has now been patented in the United States. Collaborative studies are being sought with industry to determine the economic viability for this technology.

A trial batch of 32 000 litres of single-strength celery juice, produced in the fall of 1982 with the use of a method developed at Summerland, was used by a third-party processor in a test-pack vegetable cocktail. The cocktail was well enough received to warrant further production of celery juice in 1983. Studies on concentration of the juice and stripping it of aroma continued at Summerland, and a contract study was initiated to look at the possibilities of concentrating the juice more efficiently through freezing.

The sweetening quality of aspartame as a replacement for sugar in fruit spreads was studied over 26 weeks. At room temperature, the aspartame concentration in a fruit spread decreased at what appeared to be a first-order reaction rate with a half-life of 15.7 weeks. Over the same study period, the midpoint for loss of sweetness as perceived by a taste panel was 12.5 weeks. A level of 0.2% aspartame in fruit spreads gave a sweetness equivalent of a jam that contains 65% sugar.

Scientists at the Saint-Jean Research Station carried out an ecological study of false hellebore and common valerian, and extracted and purified saponine from cow cockle and plum trees. A new hydrodiffusion technology was used to extract essential oils for cosmetics from wild bergamot (*Monarda*), and refined by-products of mink fat and oil were recovered, also for use in cosmetics. Success was also achieved in concentrating aromas produced by native wild fruits.

The process of settling and stabilizing fermented wine (left to right) can be shortened to 90 minutes with the use of new cold stabilization technology developed at Summerland.

La nouvelle technique de stabilisation à froid mise au point à Summerland peut ramener à 90 minutes la durée du procédé de clarification et de stabilisation du vin fermenté (de gauche à droite).

Les chercheurs de Summerland ont mis au point une méthode pour blanchir les légumes à la maison dans un four à micro-ondes. D'abord, on place les légumes frais dans des sacs à congélation en plastique, puis on plie le rabat en dessous et on traite le sac ainsi rempli dans un four à micro-ondes domestique pendant la période requise. On refroidit ensuite dans l'eau froide les légumes contenus dans le sac, puis on ferme le sac hermétiquement et on le congèle de la façon classique. On a préparé des tableaux dans lesquels on évalue le temps requis pour blanchir de 200 à 400 grammes de carottes, de pois, de pois mange-tout, de brocolis, de choux-fleurs, d'asperges, de courgettes, de haricots verts, de maïs en grains et de maïs en épis dans un four à micro-ondes réglé entre 350 et 650 watts. Après un mois et demi de congélation, on a procédé à une évaluation organoleptique. Il en ressort que les légumes traités au four à micro-ondes étaient aussi bons sinon meilleurs que les autres. On obtient des résultats supérieurs avec le four à micro-ondes lorsque la durée est la plus courte possible compte tenu des quantités à blanchir et des limites de puissance de l'appareil.

La station de recherches de Morden a obtenu d'autres renseignements sur la composition et la répartition des éléments responsables de la saveur dans le raifort. Les conditions optimales de séchage ont été établies pour la déshydratation des tranches de racines de raifort. Un produit déshydraté a été préparé et évalué sur le marché japonais en collaboration avec la Direction générale de la commercialisation et de l'économie. Il était supérieur aux produits actuels en raison de sa couleur plus pâle et de sa saveur relevée.

Les vins congelés au stade de bouillie pompable à –5 °C font précipiter le tartrate en 90 minutes, en particulier lorsqu'on agite légèrement la bouillie conservée dans le réservoir. On peut utiliser un procédé semblable, appelé cryoconcentration, pour produire des concentrés de vin et des vins légers. La bouillie condensée est moins dense que les vins non congelés et flotte au-dessus du réservoir. Les cristaux de glace dans la bouillie libèrent la plupart des éléments du vin. Un chauffage léger de la surface permet la fonte locale des cristaux de glace et le retrait de l'eau. La cryoconcentration a été utilisée pour produire une série de six vins s'échelonnant d'un vin léger contenant 6 % d'alcool à un vin à liqueur contenant 16,5 %. On a maintenu le caractère variétal des vins, mais il y avait une gradation prononcée de l'intensité de la saveur entre les produits faibles et ceux riches en alcool. Les vins légers représentent un marché en pleine expansion. La concentration des vins permet également d'épargner considérablement au chapitre des coûts de transport. Le secteur viticole de la Colombie-Britannique importe annuellement près de 18 millions de litres de vin de coupage, une quantité qu'il pourrait diminuer de moitié par la cryoconcentration. La cryoconcentration peut également servir à concentrer le jus. On a produit un jus de raisins à concentration double sans chauffage ni traitement sous vide. Enfin, les fractions séparées ont été soumises à la fermentation pour produire un vin léger et un vin glacé à dessert très savoureux.

Ingrédients et nouveaux produits

Agriculture Canada se préoccupe du nombre d'ingrédients alimentaires qui sont importés au pays. Il faut s'efforcer, chaque fois que cela est rentable, de trouver des moyens pour développer une industrie canadienne dans ce domaine, afin que notre pays comble ses besoins en certains ingrédients et donne naissance à des entreprises exportatrices viables pour d'autres. La recherche sur les ingrédients s'effectue à l'Institut de recherches sur les aliments.

La Direction générale de la recherche vise également à mettre au point de nouveaux produits, méthodes et procédés expérimentaux, puis à les communiquer au secteur industriel. Afin de tirer pleinement parti de nos matières premières et d'assurer l'essor de notre industrie alimentaire, il est impérieux de créer des techniques qui permettent d'accroître la valeur ajoutée des produits alimentaires canadiens. Les activités dans ce secteur se déroulent à Summerland, à l'Institut de recherches sur les aliments, à Kentville et à Saint-Jean.

Réalisations

Le procédé de fractionnement de l'avoine, mis au point conjointement par l'Institut de recherches sur les aliments et la station de recherches d'Ottawa, est maintenant breveté aux États-Unis. À présent, on devrait mener des études collectives avec l'industrie pour déterminer la viabilité économique de cette technique.

Un transformateur a utilisé un lot expérimental de 32 000 litres de jus de céleri de premier passage, produit à l'automne de 1982 à l'aide de la méthode élaborée à Summerland, pour fabriquer une boisson de légumes expérimentale. La boisson a reçu un accueil assez favorable pour justifier la production du jus de céleri en 1983. Des études sur la concentration du jus et l'enlèvement de l'arôme se sont poursuivies à la station de Summerland et une étude contractuelle a été entreprise pour examiner les possibilités de concentrer le jus plus efficacement au moyen de la congélation.

Le pouvoir édulcorant de l'aspartame comme remplaçant du sucre dans les tartinades de fruits a fait l'objet d'une étude de 26 semaines. À la température ambiante, la concentration en aspartame d'une tartinade de fruits a diminué selon semble-t-il un taux de réaction de premier ordre, avec une demi-vie de 15,7 semaines. Pendant la même période d'étude, un comité de dégustation a estimé que le goût sucré de la préparation arrivait à la moitié de sa valeur initiale après 12,5 semaines. Une concentration de 0,2 % d'aspartame dans les tartinades de fruits donne un goût sucré équivalant à 65 % de sucre dans une confiture.

Storage of grains and oilseeds

Agriculture Canada conducts a research program at the Winnipeg Research Station to reduce losses by insects, mites, and fungi in stored grains and oilseeds and their by-products. A multidisciplinary approach is used to predict, prevent, and control storage problems. Studies are made on the ecology, biology, behavior, mycology, mycotoxicology, and physical and chemical control of particular pests. Studies on the protection of stored grain, oilseeds, and horticultural products by fumigants are carried out at the London Research Centre. London also carries out research on the mode of action, resistance, and analytical methodology for fumigants as well as on the potential of controlled atmospheres to control storage pests.

Research accomplishments

Isolation and identification of molds that occur in wheat stored at 15 and 19% moisture content over 60 weeks were conducted by scientists at the Winnipeg Research Station. The predominant molds developed primarily during the summer of the second year of storage. No mycotoxins were detected, indicating that under these storage conditions these molds are unlikely to cause mycotoxicosis when fed to livestock.

It was also shown that periodic, forced ventilation of wheat and barley harvested at a moisture content of up to 20.5% was highly effective in reducing storage temperatures, compared with unventilated grain. This procedure resulted in well-conditioned grain that contained 13.3–16.5% moisture. No harmful insect infestation developed.

Monitoring malathion resistance in insect pests of stored products continued at the Winnipeg Research Station. None of the 16 field-collected strains of the rusty grain beetle showed evidence of a buildup of malathion resistance, indicating that this potential threat is not at present a concern.

The potential of new cultivars of cereals and oilseeds to become infested in storage by insects is currently under study. Of three wheat cultivars examined, Neepawa was found to be the most susceptible and Columbus the least to infestations by the rusty grain beetle. For oilseeds, the sunflower cultivars Sundak and Saturn and the canola cultivars Candle and Torch were the most susceptible to infestations by the red flour beetle, whereas the flax cultivars Linott and Dufferin were the least susceptible.

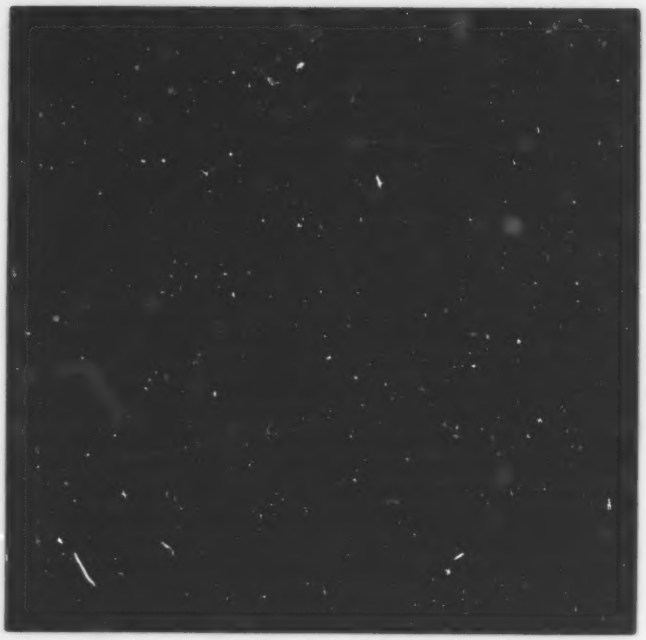
Researchers in Winnipeg studied the effects of storage on frost-damaged canola kept in 60 farm bins in Manitoba. With aeration and good management practices, none of the canola examined showed any gross changes in grade over the 6-month storage period. Seed immaturity was more important than invasion by spoilage molds in affecting the quality of the stored product.

Storage of fruits and vegetables

Under Canadian environmental conditions, extension of the storage life of fresh fruits and vegetables is of high priority. The objective is to maintain and improve the quality of fruits and vegetables by studying the preharvest and postharvest physiology of crops and by developing optimum storage conditions. Modest activities in this area are conducted at Summerland for tree fruits, at Agassiz for vegetables, and at Kentville and Saint-Jean for vegetables, berries, and tree fruits.

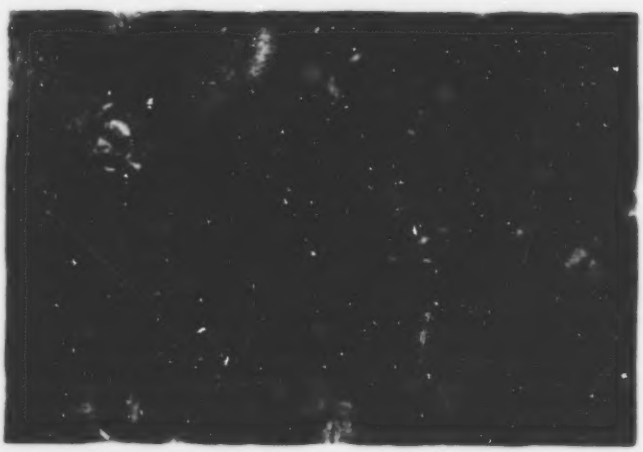
Research accomplishments

At Summerland, results with polymeric coatings on Spartan apples indicated that the coating will not likely replace the calcium dips currently recommended for this variety before they are stored.



The beef survival bar is prepared by cooking, freeze-drying, and compressing beef.

La tablette de survie de bœuf est préparée en cuisant, en séchant à froid et en comprimant le bœuf.



Rusty grain beetle, an insect that can cause significant storage losses through the reduction of grain quality.

Le cucujide roux, un insecte qui peut causer des pertes importantes de grains entreposés en en diminuant la qualité.

The polymer coating was also unsatisfactory on Bartlett pears. Coated Bartlett pears remained green and failed to ripen properly. However, results with Anjou pears were promising. Treated Anjou pears tended to have a green skin even when ripened. The treated Anjou pears were preferred to the check fruit because the texture was better and the flesh juicier. The storage potential of Anjou pears in air at 0°C can be extended 30–60 days with the use of a polymeric coating.

Cabbages removed from refrigerated storage after several months and offered for sale on the retail market are typically pale in

Des chercheurs de la station de Saint-Jean ont réalisé une étude écologique sur le vanare vert et la valérianne officinale, et ont purifié de la saponine extraite de la saponaire des vaches et de pruniers. Ils se sont servis d'une nouvelle technique d'hydrodiffusion pour extraire de la monarde fistuleuse (*Monarda*) les huiles essentielles à la fabrication des produits de beauté et ont récupéré des sous-produits raffinés de graisse et d'huile de vison, également utilisés dans la fabrication de ces produits. De plus, ils ont réussi à concentrer les arômes dégagés par des fruits sauvages.

Entreposage des céréales et des oléagineux

Agriculture Canada exécute un programme de recherches à la station de Winnipeg dans le but de réduire les pertes dans les entrepôts de céréales, d'oléagineux et de leurs sous-produits par la lutte contre les infestations d'insectes, d'acariens et de champignons. Le Ministère adopte une approche pluridisciplinaire dans le but de prévoir et de prévenir les difficultés d'entreposage ou de les éliminer. Les chercheurs étudient également l'écologie, la biologie, le comportement, la mycologie, la mycotoxicologie et les moyens de lutte physique et chimique contre des ravageurs particuliers. Des études sur l'utilisation des fumigants pour protéger les céréales, les oléagineux et les produits horticoles entreposés sont en cours au Centre de recherches de London. On mène également à cet endroit des recherches sur le mode d'action, la résistance et la méthodologie analytique applicables aux fumigants, ainsi que sur le potentiel de l'atmosphère contrôlée pour lutter contre les ravageurs des produits entreposés.

Réalisations

Des chercheurs de la station de Winnipeg ont isolé et identifié pendant plus de soixante semaines des moisissures qui infestent le blé entreposé à 15 et 19 % d'humidité. Les moisissures les plus importantes se développent surtout au cours de l'été de la deuxième année d'entreposage. Cependant, comme on n'a trouvé aucune mycotoxine dans le blé entreposé dans ces conditions, ces moisissures ne causeront probablement pas de mycotoxicose chez le bétail nourri de cet aliment.

Les recherches ont également montré que les températures d'entreposage étaient abaissées très efficacement s'il y avait une ventilation forcée et périodique du blé et de l'orge contenant jusqu'à 20,5 % d'humidité à la récolte, comparativement aux céréales non ventilées. Grâce à cette méthode, on obtient des céréales bien conditionnées contenant entre 13,3 et 16,5 % d'humidité et, par surcroît, exemptes d'insectes nuisibles.

La station de recherches de Winnipeg a continué ses travaux sur la résistance au malathion des insectes ravageurs des produits entreposés. Aucune des 16 lignées du cucujide roux recueillies au champ n'affichait une accumulation de la résistance à l'insecticide, ce qui indique que nous n'avons pas à nous inquiéter de cette menace potentielle pour le moment.

On étudie actuellement le potentiel d'infestation par les insectes de nouveaux cultivars de céréales et d'oléagineux à l'entrepôt. Parmi les trois cultivars de blé examinés, mentionnons que le Neepawa et le Columbus sont respectivement le plus et le moins sensibles aux infestations par le cucujide roux. Pour les oléagineux, les cultivars de tournesol Sundak et Saturne ainsi que les cultivars de canola Candle et Torch sont les plus sensibles aux infestations par le tribolium rouge de la farine, tandis que les cultivars de lin Linott et Dufferin y sont les moins sensibles.

Les chercheurs de Winnipeg ont étudié les effets de l'entreposage sur le canola endommagé par le froid et entreposé dans 60 silos de ferme au Manitoba. Grâce à la ventilation et à de bonnes pratiques d'entreposage, il n'y a eu aucun changement important dans la qualité du produit après 6 mois d'entreposage. Le manque de maturité des semences a contribué davantage à la détérioration de la qualité du produit entreposé que les dommages causés par les moisissures.

Conservation des fruits et des légumes

Compte tenu du climat canadien, la prolongation de la durée de conservation des fruits et des légumes frais constitue une priorité. L'objectif est de maintenir et d'améliorer la qualité des fruits et des légumes, grâce à des études sur la physiologie des cultures avant et après la récolte, et à l'établissement de conditions optimales d'entreposage. Des programmes modestes dans ce domaine sont menés à Summerland (fruits de verger), à Agassiz (légumes), ainsi qu'à Kentville et à Saint-Jean (légumes, petits fruits et fruits de verger).

Réalisations

D'après les résultats obtenus à Summerland sur l'enrobage des pommes Spartan avec des polymères, ce genre de revêtement ne remplacera probablement pas les bains dans le calcium actuellement recommandés pour cette variété avant son entreposage. Ce traitement a également donné des résultats insatisfaisants sur les poires Bartlett. En effet, les fruits ainsi traités sont demeurés verts et n'ont pas mûri adéquatement. Cependant, les résultats étaient prometteurs avec les poires Anjou. La pelure des poires Anjou traitées a tendance à demeurer verte même si les fruits sont mûrs. On a préféré les poires Anjou traitées au fruit témoin parce que leur texture était meilleure et leur chair, plus juteuse. On peut donc prolonger la durée de conservation des poires Anjou entreposées à 0 °C de 30 à 60 jours en les enrobant avec des polymères.

Les choux retirés de l'entrepôt réfrigéré après plusieurs mois et mis en vente sur le marché de détail affichent une pâleur typique à cause du manque de chlorophylle et de l'enlèvement des feuilles extérieures détériorées. Les études menées à Agassiz ont montré qu'en exposant ces choux pâles à la lumière, il était possible de doubler l'intensité de la couleur verte, ainsi que la teneur en vitamine C des feuilles extérieures. En adaptant cette technique aux exploitations commerciales, on peut alors offrir aux consommateurs un chou de qualité supérieure après l'entreposage.

D'après les études physiologiques sur le chou entreposé menées à la station de recherches de Saint-Jean, la teneur en glucosinolates (thiocyanates, isothiocyanates et goitrine) s'accroît dans les choux d'hiver gardés en entrepôt réfrigéré conventionnel pendant 175 à 215 jours, puis baisse par la suite. Ces changements ont varié selon les cultivars, ont coïncidé avec la sénescence et semblent reliés à la sensibilité aux désordres physiologiques.

Les études sur les choux affichant des symptômes de brunissement ou de parcheminement après l'entreposage en milieu réfrigéré pendant plus de 6 mois ont montré que les zones endommagées étaient caractérisées par une respiration moindre, des teneurs élevées en saccharose et en phénol, une diminution de la teneur en caféyle glucose et en acide chlorogénique, et finalement une teneur accrue en p-coumaryle glucose.

Salubrité des aliments et nutrition humaine

Une des principales préoccupations d'Agriculture Canada est encore de garantir la salubrité et la valeur nutritive des aliments. Au cours de la transformation, de la distribution et de la vente au détail, les aliments peuvent être exposés à de nombreux dangers, notamment la contamination microbienne ou chimique et la perte de valeur nutritive.

En 1983, les comités d'experts du Comité canadien de l'alimentation ont cerné quelques domaines qui nécessitent une

color because of loss of chlorophyll and removal of deteriorated outer leaves. Studies at Agassiz showed that by exposing these pale-colored cabbages to light, both the green color and the vitamin C content of the outer leaves can be doubled. By adapting this technique to commercial operations, a superior poststorage cabbage may be available to consumers.

Physiological studies on stored cabbage at the Saint-Jean Research Station indicated that glucosinolates (thiocyanates, isothiocyanates, and goitrin) increased in winter cabbages conventionally stored in a cool environment for 175–215 days, after which levels of these compounds decreased. These changes varied according to cultivars, coincided with senescence, and suggested a correlation with susceptibility to physiological disorders.

Studies on cabbages with symptoms of browning after storage in a cool environment for more than 6 months showed that the damaged zones were characterized by reduced respiration, high levels of saccharose and phenols, decreased levels of cafeoyl glucose and chlorogenic acid, and increased levels of *p*-coumaryle glucose.

Food safety and nutrition

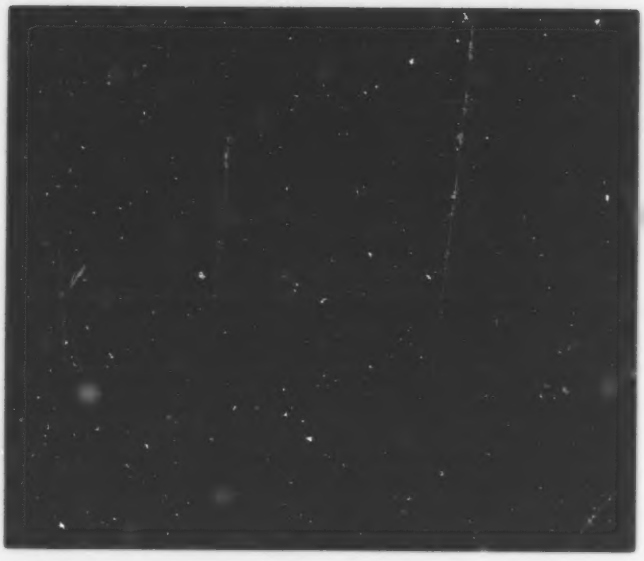
Assurance of a nutritious and safe food supply continues to be one of the major concerns of Agriculture Canada. During processing, distributing, and retailing, food may be exposed to many potential hazards, such as microbial or chemical contamination and loss of nutritive value.

In 1983 expert committees of the Canada Committee on Food identified some areas requiring immediate attention and made specific recommendations to the Canadian Agricultural Services Coordinating Committee (CASCC). These include development of methodology for analysis of contaminants, nutrients, and vitamins and the assessment of interrelationships between sodium and other cations and their significance in processed foods.

In Agriculture Canada, the program on nutrition is intended to improve and ensure the nutritional quality of edible agricultural products. The human nutrition research program is concerned with two main areas: the effect of production and processing methods on the content and bioavailability of selected nutrients; and the relationship between diet and the occurrence of certain diseases. New data are being generated on nutritive composition of Canadian agricultural products.

Research accomplishments

Studies at the Chemistry and Biology Research Institute demonstrated that commercial processing of Ontario soft white winter wheat into flour and bakery products significantly reduced the levels of vomitoxin (deoxynivalenol) present. A process was developed for the large-scale biosynthesis of acetylvomitoxin, which is required to produce the vomitoxin necessary for feeding trials and toxicology studies. This technology was successfully transferred to industry. Some insights into the biosynthetic pathway of vomitoxin formation were gained through studies that used the successful incorporation of ^{13}C-labeled precursors. The ergosterol-to-vomitoxin ratio was shown to be related to disease-resistant and susceptible cultivars of wheat, rye, and triticale. Although fungal damage was not visibly apparent, significant levels of vomitoxin were found in this year's spring wheat crop in Prince Edward Island, in spite of the hot, dry conditions that persisted. These conditions were not previously thought to be conducive to mycotoxin formation. Seven minor secondary metabolites produced by *Fusarium graminearum* have been isolated. They include two new trichothecene mycotoxins and the sesquiterpene alcohol, culmorin.



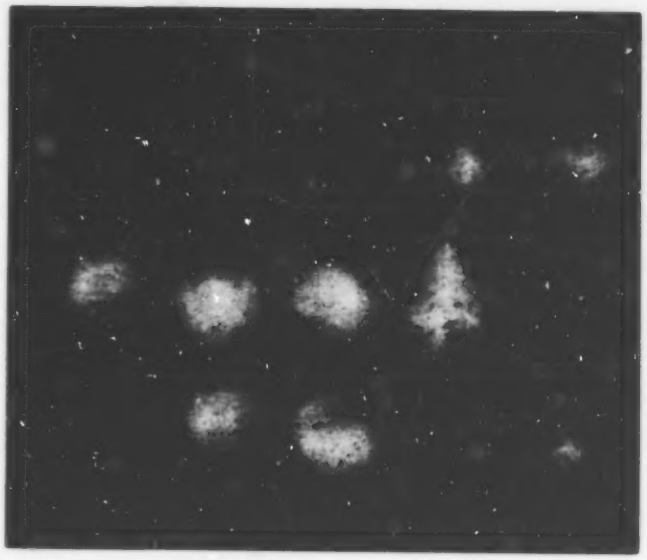
Anjou pears dipped in a polymer coating solution (left) are greener and firmer than the untreated control pears (right) after several days at 20°C.

Après plusieurs jours de conservation à 20 °C, les poires Anjou trempées dans un enrobage de polymère (à gauche) sont plus vertes et plus fermes que les poires témoins non traitées (à droite).

Feeding trials with grain contaminated with vomitoxin were completed at the Animal Research Centre, on swine (gilts, barrows, and pregnant gilts), poultry (broiler chickens and laying hens), and dairy cattle. The experiments demonstrated that swine are very sensitive to vomitoxin. Vomitoxin levels should not exceed 2 parts per million in swine diets, whereas for dairy cattle and poultry, levels of up to 5 parts per million had no apparent harmful effects. Metabolic studies in dairy cattle and poultry that were fed contaminated feedstuffs demonstrated that vomitoxin was not present in edible products such as poultry meat, poultry organs, and milk above the current detectable limit of 10 parts per billion.

Canadian farmers use pesticides to increase production of good-quality, safe food. Data from a study of deltamethrin fed to laying hens at the Animal Reseach Centre showed that only traces of insecticide and metabolites are deposited in fat, eggs, and tissues during the feeding period. The residues disappeared when intake of the insecticide was discontinued.

Studies at the Animal Research Centre continue to resolve some of the remaining food-quality and food-safety issues concerning the nutritional value and the toxicological evaluation of rapeseed oil. Studies are being expanded to determine the general role of fats and specific fatty acid balances in the development, growth, reproduction, and metabolism of animals. Research on the nutritional and toxicological properties of low erucic acid rapeseed (LEAR) oil has had a major impact on the export trade of rapeseed oil, the production and marketability of Canadian oilseed products including canola vegetable oil, the processing of canola oil, and consumer acceptability of canola products. The extensive research done by a multidisciplinary team led by ARC scientists was able to provide the scientific evidence that LEAR oils are safe and nutritious. This group also provided an explanation for the heart damage observed in some strains of male rats. It was found to be related to a dietary deficiency of saturated fatty acids. These findings led health regulatory agencies in Canada and Europe to declare LEAR oils safe for human consumption. The Animal



attention immédiate et ont présenté des recommandations précises au Comité de coordination des services agricoles canadiens. Parmi ces recommandations figurent la mise au point de méthodes d'analyse des contaminants, des éléments nutritifs et des vitamines, ainsi que l'évaluation des relations entre le sodium et d'autres cations, et leur signification dans les aliments transformés.

Le programme d'Agriculture Canada en nutrition humaine vise à assurer et à améliorer la qualité nutritive des denrées agricoles. Ce programme de recherches porte sur deux domaines principaux: les effets de la production et de la transformation sur la teneur et la biodisponibilité de certains éléments nutritifs, et sur la relation entre le régime alimentaire et la fréquence de certaines maladies. En outre, on recueille continuellement de nouvelles données sur la composition en éléments nutritifs des produits agricoles canadiens.

Réalisations

D'après les études menées à l'Institut de recherches chimiques et biologiques, la transformation commerciale du blé tendre blanc d'hiver de l'Ontario en farine et en produits de boulangerie réduit considérablement la teneur en vomitoxine (déoxynivalénol). Les chercheurs ont mis au point un procédé pour biosynthétiser l'acétylvomitoxine à grande échelle. Il s'agit d'une substance nécessaire à la production de la vomitoxine utilisée dans les essais sur l'alimentation des animaux dans les études toxicologiques. Le transfert de cette technique à l'industrie a également été couronné de succès. Des études où l'on a réussi à incorporer des précurseurs marqués au C^{13} ont permis d'enrichir nos connaissances sur la voie biosynthétique de la formation de la vomitoxine. On a ainsi montré qu'il existe un lien entre le rapport d'ergostérol et de vomitoxine et la résistance ou la sensibilité aux maladies des cultivars de blé, de seigle et de triticale. Même en l'absence de dommages visibles causés par les champignons, on a trouvé une teneur significative en vomitoxine dans la récolte de blé de printemps de cette année à l'Île-du-Prince-Édouard, malgré la persistance du temps chaud et sec. On ne pensait pas jusqu'à maintenant que ces conditions pouvaient entraîner la formation de mycotoxine. On a isolé sept métabolites secondaires mineurs produits par le *Fusarium graminearum*, dans lesquels figurent deux nouvelles mycotoxines trichothécènes et la culmorine, un alcool sesquiterpénique.

Le Centre de recherches zootechniques a terminé ses essais sur l'alimentation des porcs (cochettes, porcs châtrés et truies gestantes), de la volaille (poulets à griller et pondeuses) et des bovins laitiers avec des céréales contaminées par la vomitoxine. Les expériences ont montré que les porcs sont très sensibles à la vomitoxine. La teneur en vomitoxine ne devrait pas dépasser deux parties par million dans la ration alimentaire des porcs, alors que des concentrations allant jusqu'à cinq parties par million n'ont produit aucun effet nocif apparent chez les bovins laitiers et la volaille. Selon des études sur le métabolisme des bovins laitiers et de la volaille ayant consommé des aliments contaminés, la teneur en vomitoxine des produits comestibles comme la chair et les abats de volaille, et le lait était inférieure à la limite décelable actuelle de 10 parties par milliard.

Les agriculteurs canadiens utilisent les antiparasitaires pour accroître la production d'aliments de bonne qualité et sans danger. D'après les données provenant d'une étude sur la deltaméthrine servie aux pondeuses au Centre de recherches zootechniques, seules des traces d'insecticide et de ses métabolites se déposent dans la graisse, les œufs et les tissus au cours de la période de distribution de l'aliment contaminé. Les résidus disparaissent dès l'interruption de l'ingestion de l'insecticide.

Les études en cours au Centre de recherches zootechniques continuent de jeter la lumière sur certaines des questions concernant la valeur nutritive et l'évaluation toxicologique de l'huile de colza. On diversifie actuellement les recherches dans le but de déterminer le rôle général des bilans des graisses et des acides gras spécifiques dans le développement, la croissance, la reproduction et le métabolisme des animaux. Les recherches sur les propriétés nutritives et toxicologiques de l'huile de colza à faible teneur en acide érucique ont eu des retombées importantes sur l'exportation de l'huile de colza, la production et la commerciabilité des produits d'oléagineux canadiens, y compris l'huile de canola et sa transformation, et l'accueil des produits de canola par les consommateurs. Grâce à des recherches approfondies, une équipe pluridisciplinaire dirigée par les chercheurs du Centre de recherches zootechniques a réussi à prouver scientifiquement que l'huile de colza à faible teneur en acide érucique est nutritive et sans danger. Ce groupe a également expliqué que les dommages cardiaques observés chez certaines lignées de rats mâles étaient liés à une carence alimentaire en acides gras saturés. Ces découvertes ont incité les organismes de réglementation sanitaire du Canada et de l'Europe à déclarer que l'huile de colza à faible teneur en acide érucique est propre à la consommation humaine. Le Centre de recherches zootechniques a également fourni les conseils scientifiques nécessaires à la promotion des exportations de l'huile de colza à faible teneur en acide érucique à l'étranger. Des études ont montré que les facteurs lipotropiques méthionine et choline jouent un rôle de soutien dans la relation complexe entre les graisses alimentaires et les autres éléments nutritifs, mais qu'ils n'ont aucun lien avec les dommages cardiaques chez les rats mâles. On a ensuite examiné plus à fond l'effet spécifique de l'acide érucique sur le fonctionnement et la pathologie cardiaques en vue de déterminer à quelle concentration et pendant quelle durée les acides gras monoéniques à longue chaîne causent des dommages au cœur. Selon les premiers résultats, il faut que les animaux absorbent continuellement de l'acide érucique à concentration très élevée pendant 4 mois pour observer une augmentation des modifications cardiopathologiques.

Dans le cadre de recherches contractuelles effectuées sur l'amélioration de la durée de conservation du fromage cottage emballé sous atmosphère modifiée et sur l'évaluation de l'innocuité de ce produit, on a trouvé qu'un mélange gazeux de 65 % de gaz

Research Centre has also provided the scientific expertise needed for the promotion of LEAR oil exports abroad. Studies showed the supporting role of the lipotropic factors methionine and choline in the complex interaction of dietary fat and other nutrients. These lipotropic factors, however, did not affect or alter the heart damage in male rats. The specific effect of erucic acid on heat function and pathology was further investigated to determine the level and time at which long-chain monoenoic fatty acids contribute to heart damage. Preliminary evidence indicated that continual feeding of erucic acid at very high levels for 4 months was required to observe the increase in cardiopathological changes.

Contract research was conducted to examine the improvement in shelf life of cottage cheese packaged in a modified atmosphere and to assess the safety of this product. A gas mixture of 65% carbon dioxide and 35% nitrogen extended the refrigerated shelf life significantly and did not increase the threat of damage from pathogenic bacteria.

At the Food Research Institute, studies were continued on the packaging of fresh and cured meats under nitrogen or in a vacuum. Nitrogen improved the resistance of some meats to growth of yeast and mold and retarded discoloration, but the difference in the refrigerated shelf life of packaged products was not substantial between the two treatments.

The importance of starter cultures in ensuring the safety of fermented meats was underlined by studies where raw meats were contaminated with bacterial pathogens during fermentation. A bacteriophage that occurs naturally in meat-starter cultures did not adversely influence the fermentation process desired in these products.

A new microscopic technique developed by the Food Research Institute was used to investigate the infection of oriental mustard seeds by the yeast *Nematospora coryli*. This technique uses sensitive fluorescent markers that bind to the yeast structures and make them distinguishable from the seed structures when a sample is examined under a fluorescence microscope. The pathway of infection was traced by localizing the microorganisms in various tissues of the seed with the above markers. Yeast spores were seen spreading from the exterior of the seed, through the seed coat, and into the periphery of the embryo. Yeast structures, both asci and spores, were found within the damaged tissues of the cotyledon. These findings indicate that infected seeds would require more extensive processing than a simple cleaning to make them safe for consumption. Electron microscopy also contributed to the characterization of this infectious fungus in oriental mustard and led to a better understanding of the damage this organism causes to the crop. In rapeseed and yellow mustard seed, electron microscopy revealed that mucilage, which is sometimes found on the surface of seeds, actually originates under the seed coat. It oozes to the surface after the seed is wetted. Therefore its presence there indicates that the seeds have been exposed to water.

Studies at Summerland on the shelf life of survival bars based on beef and on biscuit showed that the bars are acceptable after 5 years of storage at room temperature when vacuum packed in foil-laminate pouches. Because of the difficulty of obtaining commercial quantities of drum-dried flakes of fruits such as raspberry for preparing survival bars, the manufacture of extruded or pressed-fruit bars has been discontinued in favor of bars manufactured according to the fruit leather process. These fruit bars are very acceptable to consumers and can be manufactured with the use of simpler, more readily available technology. The shelf life of these new fruit bars is yet to be tested, but because their composition is the same as that of the old-style bars, their shelf life is expected to be comparable.

RESEARCH AND SERVICES

Biotechnology

Biotechnology in the context of this publication includes basic research in nitrogen fixation, genetic engineering, fused-cell techniques, and plant-cell culture. Methods of using biological material and processes to develop new products and new technology are also included under this heading.

Research accomplishments

A multidisciplinary program aimed at enhancing biological nitrogen fixation in crop legumes was developed at the Chemistry and Biology Research Institute. Differences in the ability of alfalfa cultivars to support early growth on symbiotic nitrogen were found to provide scope for genotypic improvements in the host. Aspects of the physiology and biochemistry of root-nodule bacteroids were characterized, to determine specific support requirements for nitrogen fixation in a symbiotic environment. Spectroscopic methods are being developed to study the initial stages of the root hair infection by the rhizobium following various environmental treatments. Molecular genetic studies focused on the location, organization, and regulation of the rhizobium genes involved in symbiotic nitrogen fixation, with the goal of engineering a strain with enhanced nitrogen-fixing properties.

New strains of *Rhizobium* adapted to arctic plants were isolated by scientists at the Sainte-Foy Research Station.

Results of 2 years of field experiments with soybeans showed that three seed-applied fungicides (captan, thiram, carbathrin), three preplant-incorporated herbicides (chloramben, linuron, trifluralin), and one postemergence herbicide (diclofop-methyl) did not interfere with nodulation or nitrogen fixation by granular-applied rhizobia when the pesticides were applied at rates registered for Brown Chernozemic soils. Higher rates of most pesticides reduced nitrogen fixation. Effectiveness of rhizobium was usually reduced when it was applied as a seed treatment. These results show that pesticide use can be compatible with the rhizobial inoculation of legumes, but precautions are necessary if the full benefits of biological nitrogen fixation are to be realized by producers.

For some time certain soil fungi have been known to facilitate the uptake of soil phosphorus by plants. Experiments at Lethbridge showed that inoculation of sterilized, low-phosphorus soils with a species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi isolated from Alberta soils increased yields of alfalfa up to 80% and wheat up to 20% in greenhouse experiments. These experiments indicate that it may be possible to improve the utilization, by crops in the field, of

carbonique et de 35 % d'azote prolongeait la durée de conservation au froid de façon significative et n'augmentait pas les risques de contamination par les bactéries pathogènes.

Les chercheurs de l'Institut de recherches sur les aliments ont poursuivi leurs études sur l'emballage des viandes fraîches et conditionnées sous atmosphère d'azote ou sous vide. Ils ont constaté que certaines viandes emballées sous atmosphère d'azote résistaient mieux à la multiplication des levures et des moisissures, et que leur couleur s'était altérée de façon moins marquée. Cependant, la différence dans la durée de conservation au froid des produits emballés n'était pas considérable entre les deux traitements.

L'importance des ferments pour garantir l'innocuité des viandes fermentées a été mise en évidence par des études où des viandes crues ont été contaminées par des micro-organismes pathogènes au cours de la fermentation. Un bactériophage naturellement présent dans les ferments n'a pas nui au processus de fermentation voulue dans ces produits.

Les chercheurs se sont servis d'une nouvelle technique microscopique mise au point par l'Institut de recherches sur les aliments pour examiner la contamination des graines de moutarde de l'Inde par la levure *Nematospora coryli*. Cette technique fait appel à des marqueurs fluorescents sensibles qui se lient aux levures et les rendent distinguables des graines lorsqu'on examine un échantillon au microscope à fluorescence. Grâce à ces marqueurs, on a pu tracer la voie de la contamination en localisant les micro-organismes dans divers tissus de la graine. Les spores de la levure passent de l'extérieur de la graine à travers le tégument et pénètrent à la périphérie de l'embryon. On a trouvé des structures de la levure, soit des asques et des spores, dans les tissus endommagés du cotylédon. Ces résultats donnent à penser que les graines infectées devraient être soumises à une transformation plus approfondie qu'un simple nettoyage pour devenir propres à la consommation humaine. La microscopie électronique a également permis de caractériser ce champignon infectieux dans la moutarde de l'Inde et à mieux comprendre les dommages qu'il cause à la culture. Par un examen au microscope électronique, on a constaté que le mucilage souvent présent à la surface des graines de colza et de moutarde blanche provient réellement d'en dessous du tégument et qu'il suinte à la surface une fois que la graine est mouillée. Dès lors, la présence de cette substance indique que les graines ont été exposées à l'eau.

Les études menées à Summerland sur la durée de conservation des tablettes de survie à base de bœuf et de biscuit ont montré que les tablettes étaient acceptables après 5 ans de conservation à la température de la pièce lorsqu'elles étaient emballées sous vide dans du papier d'aluminium laminé. Comme il est difficile d'obtenir des quantités commerciales de flocons de fruits séchés sur tambour, notamment les framboises, pour préparer ces tablettes de survie, on utilise le procédé de fabrication des tablettes de fruits plutôt que celui où les fruits sont soumis à l'extrusion ou au pressurage. Ces tablettes de fruits sont très acceptables pour les consommateurs et peuvent être fabriquées à l'aide d'une technique plus simple et plus facilement accessible. Il reste à mener des essais sur la durée de leur conservation mais, comme leur composition est la même que celle des tablettes d'autrefois, on s'attend à ce que leur durée de conservation soit comparable.

RECHERCHE ET SERVICES

Biotechnologie

Dans le contexte de la présente publication, la biotechnologie englobe la recherche fondamentale sur la fixation de l'azote, la manipulation génétique, les techniques de fusion cellulaire et la culture d'anthères et de tissus. Les techniques qui font appel à du matériel et à des procédés biologiques pour la mise au point de nouveaux produits ou de nouvelles technologies en font également partie.

Réalisations

Un programme pluridisciplinaire visant à stimuler la fixation symbiotique de l'azote par les légumineuses a été mis sur pied à l'Institut de recherches chimiques et biologiques. Les chercheurs ont trouvé qu'ils pouvaient tirer parti des différences dans la capacité des cultivars de luzerne à utiliser l'azote symbiotique en début de croissance pour améliorer le génotype de l'hôte. Ils ont caractérisé les aspects physiologiques et biochimiques des bactéroïdes des nodules des racines, afin de déterminer les besoins particuliers pour soutenir la fixation symbiotique de l'azote. On est en voie de mettre au point des méthodes spectroscopiques pour étudier les étapes initiales de l'infection des poils absorbants par le *Rhizobium* suivant différents traitements environnementaux. Les études de génétique moléculaire ont porté sur la localisation, l'organisation et la régulation des gènes du *Rhizobium* responsables de la fixation symbiotique de l'azote, avec l'objectif de créer une souche aux capacités fixatrices d'azote supérieures. Des chercheurs de la station de Sainte-Foy ont isolé de nouvelles souches de *Rhizobium* adaptées aux plantes arctiques.

Les résultats de 2 ans d'expériences sur le terrain avec le soja ont montré que trois fongicides pour le traitement des semences (captane, thirame, carbathrine), trois herbicides de pré-semis incorporé (chlorambène, linuron, trifluraline) et un herbicide de post-levée (diclofop-méthyl) n'ont aucunement influé sur la nodulation ni sur la fixation de l'azote par les *Rhizobium* appliqués en granules lorsque les antiparasitaires étaient utilisés aux concentrations homologuées pour les sols chernozémiques bruns. Des concentrations supérieures de la plupart des antiparasitaires ont réduit la fixation de l'azote. En outre, les *Rhizobium* étaient habituellement moins efficaces lorsqu'ils étaient appliqués comme traitement des semences. Ces résultats montrent donc que l'utilisation des antiparasitaires peut être compatible avec l'inoculation des légumineuses avec les *Rhizobium*, mais que les producteurs doivent prendre des précautions s'ils veulent tirer pleinement profit de la fixation symbiotique de l'azote.

less-available forms of phosphorus that occurs naturally in the soil and of fertilizer phosphorus that has become partly fixed in the soil.

The biotechnology program at the Vancouver Research Station continues to develop sensitive probes for studying the structure of viruses and other plant pathogens, as well as accurate, rapid methods for diagnosing a variety of crop pathogens. Studies include pathogens of economic importance domestically, as well as those that have closed certain export markets to our produce. A novel and elegant method for preparing the complementary deoxyribonucleic acid (cDNA) of the ribonucleic acid of the potato spindle tuber viroid was developed. The technique is far more rapid and far less expensive than those now in use. The effectiveness of the cDNA preparation against the spindle tuber viroid is now being tested, and its ability to hybridize with the pathogen, and thus accurately diagnose its presence, is being appraised.

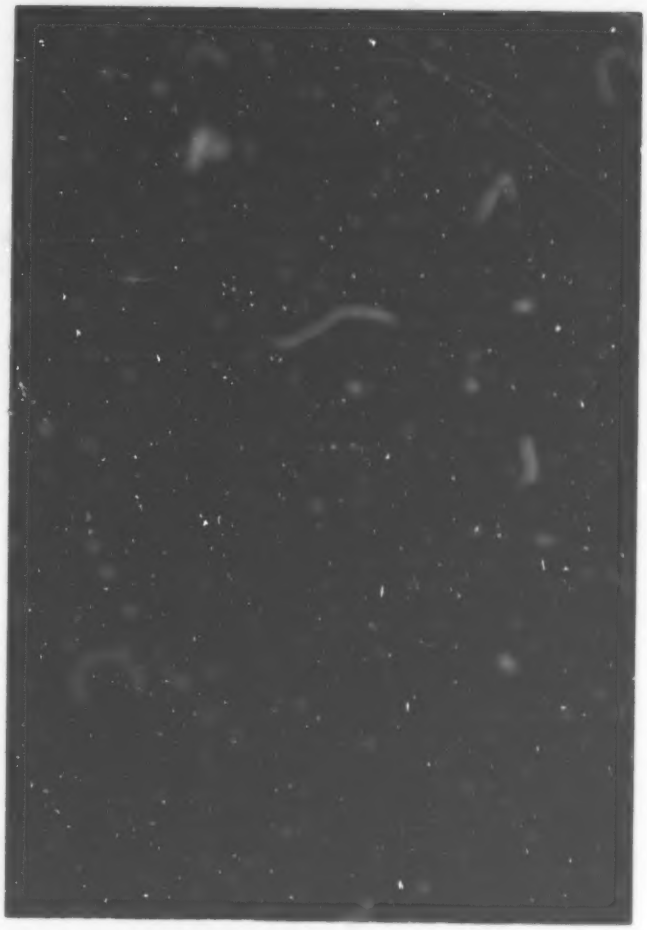
A new nutrient medium developed by the Ottawa Research Station increased the efficiency of the meristem culture of alfalfa from 40% to nearly 100% and the production of somatic embryos from 26% to 55%. These results are encouraging for the use of an alfalfa tissue-culture system in experiments on improved nitrogen fixation and selection for cold tolerance.

Many temperate fruits are easily recognized and are therefore sold by cultivar name. Thus, research in fruit breeding generally focuses on increasing the productivity, quality, disease resistance, or season maturity in existing cultivars. Research on other crops has shown that some variation can be induced in some tissue cultures without altering their identity. The prerequisite techniques depend on shoot differentiation from single cells and regeneration of plants from cultures other than shoot cultures. Such methods are not yet available for fruit trees. To make fruit trees more accessible to this type of tissue-culture breeding, immature embryos were used and techniques for shoot differentiation from apricot, cherry, and apple cotyledons developed. It is hoped that these procedures can be extended to adult-phase plants in the future.

Investigations in which tissue-culture systems are used are also being carried out to select crop plants that are more resistant to environmental stresses. Techniques were developed at the Chemistry and Biology Research Institute for cold hardening of cultured plantlets derived from subepidermal explants of haploid winter and spring canola. Cold acclimation of alfalfa cells in culture was shown to be dependent on the absence of kinetin in the culture medium, whereas the presence of abscissic acid had minimal effect on hardening.

Research on the properties of *Scytalidium acidophilum* suggested that this fungus has potential for converting waste materials into single-cell protein and ethanol. Furthermore, there are no contamination problems because the fungus can grow at pH 0.05–4.0. Substrates tested so far include treated cellulose, pulp-mill waste, and whey.

The nutritional value of microbial protein can now be increased with the use of genetic engineering techniques. For the first time, a synthetic gene that changes the composition of the rumen microbial protein to match the ruminant's requirements more closely has been constructed at the Animal Research Centre. This gene consists of 22 copies of a synthetic DNA sequence of 12 bases, containing the codons for the three most limiting amino acids for lactating dairy cattle. The sequence is coupled to a control region, through which expression of the gene can be regulated experimentally. Expression of the gene should result in accumulation within the bacterial cell of the required amino acids in an insoluble form. These amino acids then become available to the animal as the microbial cells move from the rumen to the lower digestive tract. To apply genetic engineering techniques to rumen bacteria, methods had to be developed for the introduction of DNA into rumen bacteria species. For the first time, techniques developed at ARC now allow the introduction of plasmid (cloning vector) DNA into two of the most common rumen bacteria species, *Butyrivibrio fibrisolvens* and *Bacteroides ruminicola*, which together constitute 10–50% of the total bacterial population in the rumen.



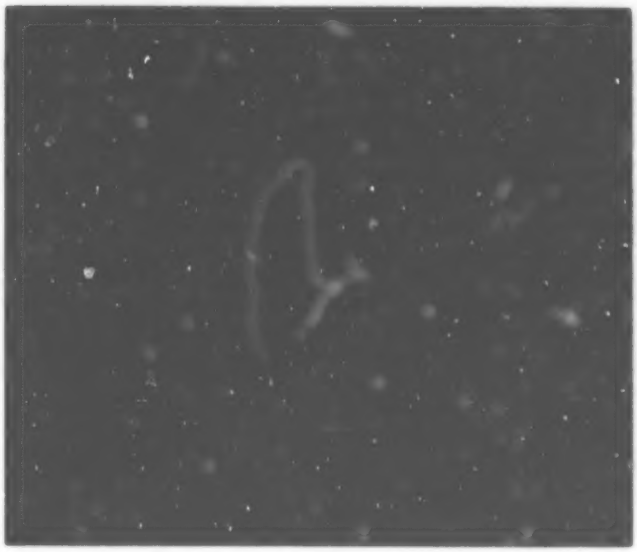
Proper inoculation of soybeans with the correct strain of bacteria results in the formation of root nodules; the resulting nitrogen fixation can displace the need for nitrogen fertilizer.

L'inoculation du soja avec la souche appropriée de bactéries assure la formation de nodosités des racines; l'azote fixé au niveau de ces nodosités peut éliminer le besoin d'engrais azoté.

Engineering and statistics

Engineering programs of the Research Branch concern farm machinery and mechanization, soil and water management, pest and pollution control, farm-building design, food processing, and the efficient use of energy in crop, animal, and food production. Scientific and field equipment is developed to support research and regulatory activities of the Department and to improve measurement precision and efficiency. The program includes 50 engineers who are located across Canada and is augmented by contracts to industry and universities.

Statistical research provides design, analysis, estimation, and interpretation of experimental data for departmental programs. Statisticians design experiments so that scientists can obtain more



Shoot differentiation from immature apricot cotyledons is being used to study regeneration so that it can be used as a tissue-culture breeding technique for fruit trees.

Dans le cadre de recherches sur la régénération, les chercheurs étudient la différenciation des pousses à partir de cotylédons d'abricot immatures en vue de tirer parti de la culture des tissus comme technique d'amélioration génétique des arbres fruitiers.

On sait depuis un certain temps que certains champignons terricoles facilitent l'absorption du phosphore du sol par les plantes. Des expériences menées en serre à Lethbridge ont montré que l'inoculation des sols stérilisés pauvres en phosphore avec une espèce de ces mycorrhizes à vésicules et arbuscules isolées des sols albertains a augmenté le rendement dans une proportion atteignant jusqu'à 80 et 20 % respectivement chez la luzerne et le blé. Il serait donc possible de rendre les cultures au champ capables de mieux utiliser des formes moins assimilables de phosphore qui sont naturellement présentes dans le sol et d'engrais phosphatés dont le phosphore est devenu partiellement fixé dans le sol.

Les chercheurs responsables du programme de biotechnologie en cours à la station de recherches de Vancouver continuent à mettre au point des détecteurs sensibles pour étudier la structure des virus et d'autres organismes pathogènes des végétaux, ainsi que des méthodes exactes et rapides de diagnostic de divers agents pathogènes des végétaux. Les études portent sur les agents pathogènes d'importance économique au pays, et sur ceux qui ont fermé certains marchés d'exportation à nos produits. Les chercheurs ont mis au point une méthode nouvelle et efficace de préparer de l'acide désoxyribonucléique complémentaire (A.D.N.c.) de l'acide ribonucléique du viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre. Cette technique est nettement plus rapide et beaucoup moins coûteuse que la méthode actuelle. On tente maintenant de déterminer l'efficacité de la préparation de l'A.D.N.c. contre le viroïde, et l'on évalue sa capacité à se croiser avec l'agent pathogène pour permettre de détecter sa présence.

Grâce à un nouveau milieu nutritif mis au point par la station de recherches d'Ottawa, on a amélioré l'efficacité de la culture de méristèmes de luzerne de 40 à près de 100 %, et la production d'embryons somatiques de 26 à 55 %. Ces résultats sont encourageants pour l'utilisation d'un système de culture de tissus de la luzerne dans les expériences sur l'amélioration de la fixation de l'azote et sur la sélection pour la tolérance au froid.

On reconnaît facilement de nombreux fruits des climats tempérés qui sont dès lors vendus sous le nom du cultivar. Ainsi, la recherche dans le domaine de l'amélioration génétique des fruits est en général axée sur l'accroissement de la productivité, de la qualité, de la résistance aux maladies, ou de la précocité chez les cultivars existants. Les recherches sur d'autres cultures ont montré que l'on pouvait provoquer une certaine variation dans certaines cultures de tissus sans nuire à leur identité. Les techniques préalables dépendent de la différenciation des pousses à partir de cellules uniques et de la régénération des plantes à partir de cultures autres que les cultures de pousses. Il n'existe pas encore de méthode de ce genre pour les arbres fruitiers. Pour rendre les arbres fruitiers plus accessibles à l'amélioration génétique au moyen de culture de tissus, on a utilisé des embryons immatures et mis au point des techniques pour la différenciation des pousses à partir de cotylédons d'abricots, de cerises et de pommes. Nous espérons pouvoir appliquer ces méthodes aux plantes adultes à l'avenir.

Les expériences où les systèmes de culture de tissus sont mis à profit visent également à sélectionner des plantes plus résistantes aux stress ambiants. L'Institut de recherches chimiques et biologiques a mis au point des techniques pour l'acclimatation au froid des plantules cultivées provenant d'explants sous-épidermiques du canola haploïde d'hiver et de printemps. On a montré que l'acclimatation au froid des cellules de luzerne en culture dépend de l'absence de kinétine dans le milieu de culture, tandis que la présence d'acide abscissique a peu d'effet sur l'acclimatation.

Les recherches sur les propriétés du *Scytalidium acidophilum* donnent à penser que ce champignon peut convertir les déchets en protéines unicellulaires et en éthanol. En outre, il n'y a pas de problème de contamination parce que le champignon peut se développer à des pH variant de 0,05 à 4,0. Parmi les substrats testés jusqu'à maintenant, mentionnons la cellulose traitée, les déchets de moulin de pâte à papier et le lactosérum.

On peut maintenant améliorer la valeur nutritive des protéines microbiennes à l'aide des techniques de manipulation génétique. Pour la première fois, le Centre de recherches zootechniques a construit un gène synthétique qui change la composition des protéines de la microflore du rumen pour combler plus efficacement les besoins des ruminants. Ce gène consiste en 22 copies d'une séquence d'A.D.N. synthétique de 12 bases, contenant les codons pour les trois acides aminés les plus limitants pour les vaches laitières en lactation. La séquence est unie à une région témoin, par laquelle on peut régler l'expression du gène de façon expérimentale. L'expression du gène devrait résulter en l'accumulation dans la cellule bactérienne des acides aminés voulus sous une forme insoluble. Ces derniers peuvent ensuite être assimilés par l'animal lorsque les micro-organismes se déplacent du rumen au tractus digestif inférieur. Pour appliquer les techniques de manipulation génétique aux bactéries du rumen, le Centre de recherches zootechniques a dû créer des techniques qui permettent maintenant d'introduire l'A.D.N. du plasmide dans deux des espèces les plus courantes de bactéries du rumen, soit le *Butyrivibrio fibrisolvens* et le *Bacteroides ruminicola*, qui représentent de 10 à 50 % de la flore bactérienne totale du rumen.

Recherches techniques et statistiques

Les programmes de recherches techniques de la Direction générale de la recherche portent sur la machinerie agricole et la mécanisation, la gestion des sols et de l'eau, la lutte contre les ravageurs et la pollution, la conception des bâtiments agricoles, la transformation alimentaire, ainsi que sur l'utilisation efficace de

relevant data, correctly interpreted for the same amount of experimental work. Eighteen statisticians across Canada perform this role.

Research accomplishments

Full-scale nailed-wood roof trusses for farm buildings are being tested at the Engineering and Statistical Research Institute, with the use of a cable-and-pulley system to represent the roof snow load. All Canada Plan Service (CPS) trusses tested so far have passed the minimum strength required by the Canadian Farm Building Code. Nevertheless, the weakest link is frequently the lowered strength of the new four-ply plywood gussets, and CPS truss plans are being corrected and revised to specify the traditional five-ply plywood on which the designs were originally based.

Nailed connections remain the most popular and versatile way of connecting light wood framing for farm-building construction. The next issue of the Canadian Standards Association (CSA) *Code for Engineering Design in Wood* will finally contain specifications for the design of nailed joints, recommending the popular spiral nail, which has virtually replaced the old smooth-shank common nail. New specifications for design with spiral nails were based partly on research at Agriculture Canada.

A cooperative program to provide appropriate technology for encouraging the processing-strawberry industry to adapt a solid-set culture was undertaken with the Ontario Ministry of Agriculture and Food and the Processing Strawberry Research Committee of Ontario. Arrangements were made to fund the development of a strawberry harvester, processing equipment, and agronomic studies through three Agriculture Canada programs: agricultural engineering research and development (AERD); processing, distributing, and retailing (PDR); and new crop development fund (NCDF). A prototype machine that successfully harvested solid-set planted fields was built by a manufacturer and evaluated in 1983.

A mechanical harvester for lowbush blueberries developed by a private firm under contract to Agriculture Canada was demonstrated to be of potential commercial use. On a well-managed, relatively weed-free field, four experienced hand rakers were able to harvest a larger percentage of the fruit than was the machine, but it took about eight times as long to do so. The quality of the hand-gathered berries was not significantly different from that of the machine-gathered berries. This harvester shows great potential for the lowbush blueberry industry, and commercial production is planned.

A mechanical potato harvester for minimizing cost and tuber damage was designed, constructed, and evaluated at Fredericton. Its key features include a brush separator, vibrating shares that also contribute to the separation of soil from the potato, light-weight construction, hydraulic drives, and two-point hitch arrangement. The harvester, which is capable of operating at speeds of up to 3.0 kilometres an hour, was found to perform satisfactorily in fields where soil moisture content did not exceed 29%. The necessary components for the harvester have now been identified and developed. Research is continuing to improve soil-potato separation and to further reduce tuber damage.

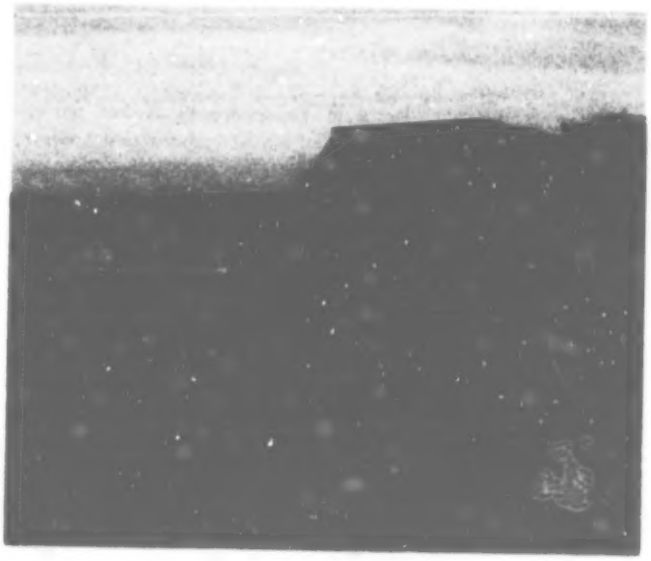
The once-over peanut harvester developed at the Delhi Research Station is now undergoing commercial development by two local machinery manufacturers.

A new tractor-drawn mechanism for band application of fertilizer in high-density orchards was developed recently at Saint-Jean. It consists of a John Deere stirring bucket, which feeds a drill attached behind a harrow spring-tooth welded to a strong knife. Whenever it hits a stone the harrow is lifted up and brought back to its normal soil furrowing position by means of an adjustable tenser. This piece of equipment buries the proper quantity of fertilizer in a band near the feeding roots of the fruit trees. Used in herbicide-treated strips, it proved very effective in density orchards. It makes fertilizer more readily available to the trees and reduces considerably the amount of fertilizer applied. It is also a convenient time saver.

A prototype model of a capillary-bed system for irrigation of container-grown nursery stock was highly successful in trials at the

A full-scale nailed roof truss is tested to determine weak points to achieve designs of optimum strength that are also economical.

Mise à l'essai de fermes clouées grandeur nature visant à déceler les points faibles en vue de concevoir des modèles à résistance optimale mais à bon prix.



A strawberry harvester for harvesting solid-set planted fields.

Récolteuse de fraises pour la cueillette en culture dense.

l'énergie pour les productions végétale, animale et alimentaire. Des appareils scientifiques et agricoles sont mis au point pour appuyer les activités de recherches et de réglementation du Ministère, et améliorer la précision et l'efficacité des techniques de mesure. Le programme mobilise 50 ingénieurs répartis un peu partout au Canada, sans compter le personnel affecté aux travaux contractuels menés par l'industrie et les universités.

La recherche statistique a pour objet d'assurer un service de conception, d'analyse, d'évaluation et d'interprétation des données pour les programmes du Ministère. Les statisticiens, au nombre de 18 dans tout le Canada, établissent des protocoles expérimentaux grâce auxquels les chercheurs peuvent obtenir d'une même somme de travail un plus grand nombre de données pertinentes, correctement interprétées.

Réalisations

Des fermes en bois clouées grandeur nature pour les bâtiments agricoles sont actuellement mises à l'essai au moyen d'un système de câbles et de poulies pour représenter la charge de neige sur le toit. Toutes les fermes du Service de plans du Canada (S.P.C.) testées jusqu'à maintenant possèdent la résistance minimale exigée par le Code canadien de construction des bâtiments agricoles. Néanmoins, le chaînon le plus faible est souvent la résistance moindre des nouveaux goussets de contre-plaqué à quatre plis; pour cette raison, les plans de ferme du S.P.C. sont actuellement corrigés et revus afin qu'on utilise le contre-plaqué classique à cinq plis avec lequel le modèle a été conçu à l'origine.

Le clouage continue d'être le moyen le plus populaire et le plus souple de relier les composantes d'une charpente de bois légère pour la construction des bâtiments agricoles. Le prochain numéro des *Règles de calcul des charpentes en bois*, publié par l'Association canadienne de normalisation (A.C.N.O.R.), contiendra finalement les spécifications pour la conception des joints cloués, recommandant l'utilisation du clou à tige torsadée qui a presque remplacé l'ancien clou à tige lisse. Ces nouvelles spécifications ont été partiellement basées sur les recherches d'Agriculture Canada.

Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario et le Comité de recherches sur la fraise de transformation de la même province ont entrepris un programme coopératif dans le but de fournir la technologie appropriée qui encouragerait le secteur à faire des cultures denses de fraises de transformation. Des dispositions ont été prises pour financer la mise au point d'une récolteuse de fraises et d'équipement de transformation, ainsi que la mise sur pied d'études agronomiques dans le cadre de trois programmes d'Agriculture Canada: recherche et développement en génie agricole, transformation, distribution et vente au détail, et Fonds pour l'implantation des nouvelles cultures. Un prototype qui a récolté avec succès des champs denses a été construit par un fabricant et évalué en 1983.

On a démontré qu'une récolteuse mécanique des bleuets nains conçue par une entreprise privée dans le cadre d'un contrat avec Agriculture Canada pouvait être utilisée à l'échelle commerciale. Dans un champ bien entretenu et relativement exempt de mauvaises herbes, quatre cueilleurs expérimentés ont récolté au peigne proportionnellement plus de fruits que la machine, mais en prenant environ huit fois plus de temps. La qualité des bleuets cueillis à la main n'était pas très différente de ceux récoltés mécaniquement. On prévoit donc entreprendre la production commerciale de cette machine qui offre de grandes possibilités pour les producteurs de bleuets nains.

Les chercheurs de Fredericton ont conçu, construit et évalué une arracheuse mécanique de pommes de terre dans le but de réduire au minimum les coûts et les dommages aux tubercules. Parmi les caractéristiques principales de la machine, mentionnons une défaneuse, des socs vibrants qui contribuent également à débarrasser le tubercule de la terre, son poids léger, un entraînement hydraulique et un dispositif d'attelage à deux points. L'arracheuse, capable de fonctionner à des vitesses allant jusqu'à 3 kilomètres à l'heure, a eu un rendement satisfaisant dans les champs où la teneur en humidité du sol était inférieure à 29 %. On a maintenant identifié et perfectionné les éléments nécessaires de la machine. Les recherches se poursuivent pour améliorer l'arrachage des tubercules du sol et pour réduire encore plus les dommages aux tubercules.

Deux fabricants locaux de machinerie voient actuellement à la production commerciale de la récolteuse en passage unique d'arachides mise au point à la station de recherches de Delhi.

La station de recherches de Saint-Jean a élaboré récemment un nouveau mécanisme tracté pour l'application d'engrais en bandes dans les vergers à peuplement élevé. La machine consiste en un bac agitateur John Deere qui alimente un semoir attaché derrière une herse à dents souples soudée à un soc résistant. Lorsque la machine frappe une roche, la herse est soulevée et ramenée à sa position normale d'opération au moyen d'un tendeur réglable. Cette pièce d'équipement enterre la quantité voulue d'engrais dans une bande près des poils absorbants des arbres fruitiers. Utilisée dans les bandes traitées aux herbicides, la machine a démontré sa très grande efficacité dans les vergers denses. En effet, elle rend l'engrais plus facilement assimilable par les arbres et réduit considérablement la quantité d'engrais à appliquer, tout en faisant épargner du temps.

Un modèle de système d'irrigation par réseau capillaire de plantes de pépinière en conteneur a donné d'excellents résultats dans des essais menés à la station de recherches de Kentville. Un système électronique automatique peu coûteux pour surveiller le niveau de saturation dans le réseau a été très efficace. Le système repose sur la détection des légères modifications de la conductivité dans le lit de sable lorsqu'il y a des pertes d'eau dans le conteneur afin de maintenir une teneur hydrique uniforme et constante. La croissance et la qualité des plantes cultivées avec un système d'irrigation par réseau capillaire ont été égales sinon supérieures à celles des plantes cultivées avec des systèmes classiques. En choisissant avec soin un milieu approprié pour le conteneur et en fournissant les éléments nutritifs voulus à partir d'engrais à action lente, les pépinières productrices d'arbustes ornementaux en conteneur peuvent tirer d'énormes profits de ce nouveau système.

La station de recherches de Morden a conçu et construit un décortiqueur de sarrasin. Cette machine enlève avec le moins de dommages possibles à l'amande, l'enveloppe des graines de petits échantillons de sarrasin en passant les graines entre une pierre d'émeri rotative et une pierre fixe. D'abord conçu pour faciliter la sélection des souches de sarrasin à l'égard de leur pourcentage d'enveloppes, le décortiqueur est également utile pour décortiquer les semences du tilleul d'Amérique, facilitant ainsi leur germination. Les principes utilisés dans cette machine ont été adaptés par une entreprise commerciale dans le but de mettre au point des décortiqueurs commerciaux pour préparer les amandes de sarrasin.

En collaboration avec le Centre de recherches zootechniques, on a comparé le rendement des porcs dans un parquet expérimental à deux niveaux avec celui obtenu dans un parquet classique en caillebottis partiel. Les sujets ont facilement utilisé une rampe posée à un angle de 25° pour atteindre le niveau supérieur, doté d'un plancher uni ou en caillebottis. Jusqu'à maintenant, on a mis les deux types de plancher à l'essai et constaté que le plancher supérieur uni demeurait exempt de souillure. Ce modèle offre donc un moyen économique d'augmenter la superficie disponible dans une étable d'une taille donnée.

Kentville Research Station. An inexpensive automatic electronic system was very effective in controlling the saturation level in the bed. The system depends on sensing the slight changes in conductivity that occur in the sand bed as water is lost from the plant–container–sand continuum to maintain an even, uninterrupted water content. With the use of the capillary bed system, plant growth and quality have been equal to or better than those of plants in conventional irrigation systems. With careful attention to choosing an appropriate medium for the container and to supplying the proper plant nutrients from controlled-release fertilizers, the capillary bed can be of significant benefit to nurseries that produce woody ornamentals in containers.

A buckwheat dehuller was designed and built at the Morden Research Station. This machine removes the hulls from small samples of buckwheat seed with minimum damage to the groat, by passing the seed between rotating and stationary emery stones. The dehuller was designed to facilitate screening of buckwheat lines for hull percentage in the breeding program, but it has also been found useful for dehulling basswood seeds, thereby enhancing their germination. The principles used in this dehuller have been adapted by a commercial company for designing large-scale dehullers used for preparing buckwheat groats.

In cooperation with the Animal Research Centre, pig performance in an experimental two-tiered pen was compared with that in a conventional, partly slotted floor pen. Pigs readily used a ramp sloped at 25 degrees to reach the upper level, which was constructed with a solid or slotted floor. To date, both floors have been tested and no dunging has occurred on the solid upper floor. The design is an economical method of increasing available floor space in a barn of a given size.

The design, construction, and evaluation of a thermogradient apparatus with 100 independently controlled compartments was completed at Regina. The apparatus permits elucidation of 100 simultaneous and precise temperature requirements for seed germination. Evaluation of the performance of the equipment was done on absinthe, alyssum, scentless chamomile, and leafy spurge. The thermogradient plate is expected to make a major contribution to the understanding of temperature requirements for germination of plant species.

Recent advances in technology for the anaerobic digestion of animal and food-processing wastes have made Canada a world leader in this area. Scaling up the fixed-film technology of the National Research Council of Canada showed that the physical size of digesters can be decreased several times, as demonstrated in the treatment of cheese whey. The single-cell protein recovered from the farmstead digesters is a new and valuable protein supplement for livestock feed, and therefore increases the economic feasibility of anaerobic digesters. Anaerobic digesters can also assist the livestock industry by reducing the odor of manure. This feature makes it more suitable for land application while retaining its fertilizer value.

The Agriculture Canada–ABCO blancher continues to make progress. This year a U.S. patent was published and a Canadian patent on the unit allowed. A process for cryogenic freezing of liquid foods previously patented in Canada and the United States was also licensed and should be in commercial production in 1984. A microcomputer-based system for acquiring and manipulating data on food texture was developed and put into use at three Research Branch stations. A technique to measure heat-transfer coefficients was also developed and applied to the very difficult, but important, assessment of thermal processing of foil-laminate pouches.

A new experimental design that does not require replication was developed for plant selection in the early stages of a breeding program. The design, for both square and rod-type plots in combination with several adjustment methods, is more efficient and conserves experimental resources. New techniques and experimental designs to assess fertility gradients and to adjust for them were applied in field experiments. A new statistical theory was developed to deal with estimation problems in assessing the joint action of fumigants against insects and to study the effect of synergists for insecticides.

Statistical software developed by the Engineering and Statistical Research Institute was converted to run on the departmental computer network, AgriNet. The software was made easier to use and more comprehensive. These programs are now being run about 24 000 times a year by researchers across the country.

Biosystematics

The Biosystematics Research Institute in Ottawa houses the major national research collections, conducts and publishes taxonomic and biogeographic research, produces technology transfer in various forms, and provides a National Identification Service. It provides Agriculture Canada, other departments and agencies, and their clients, with a unique center of specialized knowledge for dealing with economic and social problems relating to insects, mites, spiders, plant parasitic nematodes, weeds, crop plants, native plants, plant parasitic and biodegrading fungi, and nonmedical bacteria. The Institute provides Canadians with an expert team of scientists and technicians who maintain and update an information system, ensuring that the identity of any of these organisms can be determined accurately and that appropriate data on their biology and impact are quickly available. It is a vehicle for the flow of biosystematic information nationally and betweeen Canada and other countries.

The research collections comprise the Canadian National Collection of Insects, Arachnids, and Nematodes; the Agriculture Canada Vascular Plant Herbarium; the National Mycological Herbarium; and the National Collection of Fungus Cultures. Institute staff are responsible for the growth, development, care, and use of these collections, and for ensuring that representative specimens of all organisms of these groups that are of importance to scientific and technical studies of national significance are available for study and are preserved for permanent reference. Research activities at the Institute are designed to produce taxonomic revisions and classifications as the basis for biological research. Technology transfer output from the Institute includes technical bulletins, identification manuals, and interpretive material for scientists, technicians, and other clients. The Institute provides a National Identification Service for all organisms within its mandate. These research and service functions support a wide range of departmental programs, from crop and animal production and protection to management and utilization of natural resources. Through these functions, the Institute also provides information to other government departments, educational institutions, industry, the medical profession, the general public, and foreign agencies.

Accomplishments

During 1983, 478 718 insects, arachnids, and nematodes; 18 223 collections of weeds, cultivated plants, and native plants; and 4007 collections of fungi and 409 fungus cultures were added to the national collections and the Department's Vascular Plant Herbarium. A total of 85 469 specimens, collections, and cultures of insects, arachnids, nematodes, weeds, cultivated crops, native plants, and plant parasitic and biodegrading fungi were identified by the Department's National Identification Service. Many of these identifications were vital to the programs of Agriculture Canada and of other departments and agencies.

La station de Regina a terminé la conception, la construction et l'évaluation d'un germoir de 100 cellules à gradient de température contrôlée indépendamment. L'appareil permet d'étudier simultanément et précisément les besoins thermiques de 100 graines pour leur germination. On a évalué le rendement de l'équipement sur l'absinthe, l'alysse maritime, la matricaire inodore et l'euphorbe ésule. La plaque de gradient thermique devrait nous aider à mieux connaître les besoins en matière de température pour la germination des espèces végétales.

Des progrès récents dans la technologie de la digestion anaérobie des déchets animaux et de la transformation des aliments ont permis au Canada de devenir un chef de file mondial dans ce domaine. L'amélioration de la technologie de digestion sur membrane fixe du Conseil national de recherches du Canada a montré que l'on pouvait diminuer plusieurs fois la taille des digesteurs, d'après la démonstration pour le traitement du lactosérum. La protéine d'organisme unicellulaire récupérée des digesteurs agricoles est un nouveau supplément protéique de grande valeur pour les aliments du bétail, et a ainsi accru la faisabilité économique des digesteurs anaérobies. Ces derniers constituent également un atout pour le secteur de l'élevage du bétail, car ils diminuent l'odeur du fumier, lequel devient alors plus approprié pour l'application sur les terres tout en conservant sa valeur d'engrais.

On continue d'améliorer le blancheur Agriculture Canada–ABCO. Cette année, l'unité a été brevetée aux États-Unis et au Canada. Un procédé de cryocongélation des aliments liquides auparavant breveté au Canada et aux États-Unis a également été sanctionné et devrait être commercialisé en 1984. Un système basé sur un micro-ordinateur et destiné à recueillir et traiter des données sur la texture des aliments a été élaboré et mis en exploitation à trois des stations de la Direction générale de la recherche. Les chercheurs ont également mis au point une technique pour mesurer les coefficients de transfert de chaleur et l'ont appliquée à l'évaluation très difficile mais importante du traitement thermique des sachets souples.

Un nouveau protocole expérimental qui n'exige pas de répétition a été mis au point pour la sélection des plantes dans les premières étapes d'un programme d'amélioration génétique. Le protocole, conçu pour les parcelles carrées et rectangulaires, est plus efficace et permet d'économiser les ressources expérimentales. De nouvelles techniques et des protocoles expérimentaux servant à évaluer les gradients de fertilité de manière à pouvoir en tenir compte par la suite ont été appliqués dans les expériences au champ. On a élaboré une nouvelle théorie statistique pour traiter les problèmes d'évaluation de l'action combinée des fumigants contre les insectes et pour étudier l'effet de synergie des insecticides.

Le logiciel statistique élaboré par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, maintenant plus facile à utiliser et à comprendre, a été adapté pour le réseau d'ordinateurs ministériel, AgriNet. Ces programmes sont maintenant utilisés près de 24 000 fois par année par des chercheurs répartis dans tout le pays.

Biosystématique

L'Institut de recherches biosystématiques d'Ottawa abrite les principales collections nationales de recherches, mène des recherches taxonomiques et biogéographiques et en publie les résultats, procède à diverses formes de transfert de technologie et offre un service national d'identification. C'est en outre un centre unique de connaissances spécialisées à la portée d'Agriculture Canada, d'autres ministères et organismes, et de leurs clients et qui permet de traiter des problèmes socio-économiques liés aux insectes, aux acariens, aux arachnides, aux nématodes parasites des plantes, aux mauvaises herbes, aux cultures végétales, aux plantes indigènes, aux champignons parasites et saprophytes, et aux bactéries sans importance médicale. Les Canadiens peuvent consulter l'équipe d'experts, de chercheurs et de techniciens de l'Institut qui veillent à maintenir et à mettre à jour un système d'information, en vue de s'assurer que l'identité de n'importe lequel de ces organismes soit exacte, et que les données appropriées sur leur biologie et leur rôle soient rapidement disponibles. C'est un moyen de transmission de l'information biosystématique à l'échelle nationale, et entre le Canada et les autres pays.

Les collections de recherches comprennent la Collection nationale canadienne d'insectes, d'arachnides et de nématodes, l'Herbier des plantes vasculaires d'Agriculture Canada, l'Herbier national des champignons et la Collection nationale des cultures fongiques. Le personnel de l'Institut voit à l'élargissement, à l'amélioration, à l'entretien et à l'utilisation de ces collections et s'assure que les spécimens représentatifs de tous les organismes des groupes importants pour les études scientifiques et techniques d'intérêt national soient disponibles et préservés pour consultation permanente. Les recherches en cours à l'Institut sont axées sur la mise à jour et la production de clés taxonomiques nécessaires aux recherches biologiques. Parmi les transferts de technologie assurés par l'Institut, mentionnons les bulletins techniques, les manuels d'identification et les guides d'interprétation pour les chercheurs, les techniciens et d'autres clients. L'Institut offre un service national d'identification pour tous les organismes qu'il étudie dans le cadre de son mandat. Par ses recherches et les services qu'il offre, l'Institut apporte un concours précieux à une vaste gamme de programmes du Ministère, traitant de sujets aussi variés que la production et la protection des animaux et des végétaux, la gestion et l'utilisation des ressources naturelles. En outre, il informe les autres ministères, les établissements d'enseignement, les médecins, les organismes étrangers, l'industrie et le grand public.

Réalisations

En 1983, les collections nationales et les herbiers des plantes vasculaires du Ministère se sont enrichis de 478 718 insectes, arachnides et nématodes, de 18 223 collections de mauvaises herbes, de plantes cultivées et de plantes indigènes, ainsi que de 4 007 collections de champignons et de 409 cultures fongiques. Le Service national d'identification a examiné un total de 85 469 spécimens, collections et cultures d'insectes, d'arachnides, de nématodes, de mauvaises herbes, de plantes cultivées et indigènes, et de champignons parasites et saprophytes. Bon nombre de ces identifications ont joué un rôle vital dans les programmes d'Agriculture Canada, et d'autres ministères et organismes.

Phytogénétique

À la station de recherches d'Ottawa, la Direction générale tient le bureau central du Programme des ressources phytogénétiques canadiennes. Le bureau remplit trois fonctions: tenir la banque de gènes du Canada, qui comprend quelque 70 000 unités de matériel génétique pour la conservation à court et à long termes, tenir une banque de données et publier les répertoires de caractères, et finalement servir de centre d'échanges d'information et de matériel génétique, entre le Canada et d'autres pays. Le bureau a accrû constamment ses activités en s'enrichissant de données et de matériel génétique, et son travail revêt une importance particulière pour les phytogénéticiens.

Le bureau central coopère au programme du Conseil international des ressources phytogénétiques en agissant comme l'un des centres de cueillette chargés de conserver les collections nationales de base de l'orge, de l'avoine, du millet et de l'espèce

Plant Gene Resources

At the Ottawa Research Station, the Branch maintains the central office for the Canadian Plant Gene Resources program. It has three functions: to maintain the Canadian crop species gene bank, in which some 70 000 stocks are in short- or long-term storage; to maintain a data bank and publish trait inventories; and to serve as an exchange center for information and germ plasm between Canada and other countries. These activities have been steadily increasing by the addition of data and germ plasm, and are of particular value to plant breeders.

The central office cooperates with the International Board for Plant Genetic Resources program by serving as a base collection center for storage of the international collections of barley, oats, millets, and the oilseed species of *Brassica*. The office also provides a national and international exchange of plant stocks.

Seed increase service

The Seed Section of the Research Station at Regina is responsible for the increase and maintenance of breeder seed for cereal, oilseed, and forage crop cultivars developed by Agriculture Canada's plant breeders. The work includes growing seed from advanced experimental lines in anticipation of licensing; producing seed of newly licensed and existing cultivars and distributing it through the Canadian Seed Growers' Association or the SeCan Association; maintaining breeder seed of cereal, oilseed, and forage crop cultivars; and operating a winter nursery in southern California for Canadian plant breeders.

Analytical and Instrumentation Services

The Chemistry and Biology Research Institute continued to provide major instrumentation and analytical services in support of research programs across the Branch.

Accomplishments

The Electron Microscope Centre, the Analytical Chemistry Service, the Mineral Analyses Service, and the gas chromatography–mass spectrometry, nuclear magnetic resonance spectrometry, and glass-blowing units of the Chemistry and Biology Research Institute provided specialized knowledge, instrumentation, skills, and analyses, thus contributing to a full spectrum of Branch objectives. Approximately 250 scientists used the various services, which produced over 100 000 analyses.

New methodologies and modified instrumentation have improved the replication of surfaces and the high-resolution examination of cellular organelles in freeze-fracture, freeze-etch studies. Advances were made in the mineral–proximate, amino acid, and microanalytical laboratories with respect to methodology development and automation. A new nitrogen laboratory and semiautomated Kjeldahl distillation unit were brought into service. New procedures were adopted for total and reducing sugars in plant extracts. Improved methods for sample binding greatly facilitated the X-ray analyses of minerals.

High-resolution gas chromatography–mass spectrometry was used to demonstrate the presence of previously unidentified nitrogen components in the soil and to develop methods for screening mycotoxins. Nuclear magnetic resonance spectrometry was used to provide nondestructive analyses of soil components, to obtain insight into the biosynthetic pathways of mycotoxin-producing fungi, and to study recognition phenomena between host and legume in nitrogen-fixation symbiosis. All services and instrumentation centers continued the development, adaptation, and implementation of improved methodologies in response to Branch program needs.

Research Program Service

Research Program Service provides a wide range of specialized support services to the Research Branch, including scientific editing for Department publications; editing and production services for Branch publications; computerized text processing; graphic arts and photographic services for publications and programs; pesticide information liaison services; information retrieval services; coordination of international visits for the exchange of scientific and technical information; and communication within the Branch.

Accomplishments

A total of 28 departmental and 92 Research Branch publications were released during the year. Of these, 11 were priced publications. Some of the publications issued were *Proceedings of the National Forage Symposium 1981/Comptes rendus du Symposium national sur les cultures fourragères 1981; Grass genera of the Western Canadian cattle rangelands; Perennials in your garden/Les fleurs vivaces de votre jardin; Les Insectes et Arachnides du Canada, Parti 1: Récolte, préparation et conservation des Insectes, des Acariens et des Araignées; The Insects and Arachnids of Canada, Part 10: The Spittlebugs of Canada (Homoptera: Cercopidae) and Part 11: The Genera of Larval Midges of Canada (Diptera: Chironomidae); Management and feeding of young dairy animals/Conduite et alimentation des jeunes bovins laitiers; Vomitoxin and zearalenone in animal feeds/Vomitoxine et zéaralénone dans les aliments du bétail; Recommended code of practice for handling chickens from hatchery to slaughterhouse/Code de pratiques recommandées pour la manipulation des poulets du couvoir à l'abattage; 111 range and forage plants of the Canadian prairies; Home drying of fruits and vegetables/La déshydratation chez soi des fruits et des légumes; Pesticide Research Report;* 10 issues of *Tableau*; and 4 issues of the *Pesticide Newsletter*. Thirty-five bulletins were published in the Research Branch technical bulletin series, which provides timely technology transfer to specialized audiences. In addition, 25 seminar displays were produced. A total of 2124 jobs were handled by the Graphics Section for research establishments across Canada.

In 1983, the Research Branch project outline system aimed at the improvement of management practices in the Branch was completed. Access to the system was provided across Canada and updating was performed on a regular basis.

A new employment expansion and development (NEED) project was accepted, and four components of the pesticide research information system (PRIS) became fully operational. Thus, phase III of PRIS development was completed.

As part of a Branch *Compendium of Licensed Varieties*, 53 cultivars of potatoes were described. Twenty sheets available in nine languages are now ready for printing. This work was achieved in cooperation with the Food Production and Inspection and the Marketing and Economics branches.

The importation of insect parasites and predators was continued as a service to the Research Branch of Agriculture Canada and to the Canadian Forestry Service of Environment Canada. In 1983, 22 shipments were received from 10 countries. There were over 630 000 individual specimens of hosts and parasites, including 500 000 of one species. Seven agricultural and three forestry projects were involved. Thirty-six shipments were sent from Ottawa for liberation or laboratory studies in seven provinces. There

oléagineuse *Brassica*. Il assure aussi un service d'échanges nationaux et internationaux de matériel végétal.

Services de multiplication des semences

La Section des semences de la station de recherches de Regina est responsable de la multiplication et de la conservation des semences qui proviennent des cultivars de céréales, d'oléagineux et de plantes fourragères mises au point par les sélectionneurs d'Agriculture Canada. Son travail comprend: la multiplication de semences issues de lignées expérimentales avancées en prévision d'une demande d'homologation, la production de semences de cultivars nouvellement homologués ou déjà existants, et leur distribution à l'Association canadienne des producteurs de semences ou à l'Association SeCan, la conservation des semences provenant d'obtenteurs de cultivars de céréales, d'oléagineux et de plantes fourragères, ainsi que l'exploitation d'une pépinière d'hiver dans le sud de la Californie à l'intention des sélectionneurs canadiens.

Services d'analyse chimique et d'appareillage spécialisé

L'Institut de recherches chimiques et biologiques a continué d'offrir d'importants services d'analyse et d'appareillage spécialisé dans le cadre des programmes de recherches de la Direction générale.

Réalisations

Le Centre de microscopie électronique, les Services de chimie analytique, les Services d'analyse minéralogique, et les Services de spectrométrie de masse, de spectrométrie à résonance magnétique nucléaire et de soufflage de verre de l'Institut ont dispensé les services de spécialistes compétents, ainsi que l'appareillage et les analyses nécessaires à la réalisation d'un large éventail d'objectifs de la Direction générale. En effet, 250 chercheurs ont fait appel à divers services qui ont produit plus de 100 000 analyses.

Grâce à de nouvelles méthodes et à la modification de l'appareillage, on a amélioré la reproduction des surfaces et l'examen à haute résolution des organites cellulaires dans les études de cryofracture et de cryodécapage. On a également enregistré des progrès au chapitre de la mise au point de méthodes et de l'automatisation dans les laboratoires d'analyse globale des éléments minéraux, d'analyse des acides aminés et de micro-analyse. Un nouveau laboratoire pour l'analyse de l'azote et un appareil de distillation Kjeldahl semi-automatisé sont maintenant en service. Les chercheurs ont adopté de nouvelles méthodes pour les sucres totaux et réducteurs dans les extraits végétaux. Des méthodes améliorées pour la fixation des échantillons ont considérablement facilité l'analyse des minéraux aux rayons X.

Les chercheurs ont utilisé la méthode de chromatographie en phase gazeuse et de spectrométrie de masse à haute résolution pour démontrer la présence de composés azotés encore inconnus dans le sol, dans le but de mettre au point des méthodes de dépistage des mycotoxines. Des analyses non destructrices effectuées par spectrométrie à résonance magnétique nucléaire ont permis d'élargir nos connaissances sur les voies biosynthétiques des champignons producteurs de mycotoxines, et d'étudier des phénomènes de reconnaissance entre l'hôte et les légumineuses dans les symbioses de fixation d'azote. Tous les services et centres d'appareillage ont continué de perfectionner, d'adapter et de mettre en application les méthodes améliorées permettant de répondre aux besoins des programmes de la Direction générale.

Service aux programmes de recherches

Le Service aux programmes de recherches dispense à la Direction générale de la recherche une vaste gamme de services d'aide spécialisée, comme l'édition scientifique des textes destinés à paraître dans les publications du Ministère, l'édition et la production des textes pour les publications de la Direction générale, le traitement mécanographique des textes, le graphisme et la photographie pour les publications et les programmes, les services de communication de l'information sur les antiparasitaires, les services de recherches documentaires, la coordination des visites internationales touchant l'échange d'information scientifique et technique et, enfin, les communications au sein de la Direction générale.

Réalisations

Cette année, le Service a produit un total de 28 publications ministérielles et de 92 publications de la Direction générale de la recherche, dont 11 n'étaient pas gratuites. Voici quelques titres de publications: *Proceedings of the National Forage Symposium 1981/Comptes rendus du Symposium national sur les cultures fourragères 1981, Grass genera of the Western Canadian cattle rangelands, Perennials in your garden/Les fleurs vivaces de votre jardin, Les Insectes et Arachnides du Canada, Parti 1: Récolte, préparation et conservation des Insectes, des Acariens et des Araignées, The Insects and Arachnids of Canada, Part 10: The Spittlebugs of Canada (Homoptera: Cercopidae)* et *Part 11: The Genera of Larval Midges of Canada (Diptera: Chironomidae), Management and feeding of young dairy animals/Conduite et alimentation des jeunes bovins laitiers, Vomitoxin and zearalenone in animal feeds/Vomitoxine et zéaralénone dans les aliments du bétail, Recommended code of practice for handling chickens from hatchery to slaughterhouse/Code de pratiques recommandées pour la manipulation des poulets du couvoir à l'abattage, 111 range and forage plants of the Canadian prairies, Home drying of fruits and vegetables/La déshydratation chez soi des fruits et des légumes, Pesticide Research Report;* 10 numéros de *Tableau* et 4 numéros du *Pesticide Newsletter*. Trente-cinq bulletins ont été publiés dans le cadre de la série de bulletins techniques de la Direction générale de la recherche qui vise à faire paraître au moment opportun les résultats des recherches, de façon à assurer le transfert de la technologie aux groupes spécialisés. En outre, on a produit 25 montages destinés à des séminaires. La Section du graphisme a réalisé un total de 2 124 travaux pour des établissements de recherches au Canada.

En 1983, on a mis la dernière main au système de présentation des projets de la Direction générale de la recherche visant à améliorer les pratiques de gestion au sein de la Direction générale. Le système était accessible à tous les Canadiens et a été mis à jour régulièrement.

Un nouveau projet dans le cadre de la relance de l'aide à l'emploi (RELAIS) a été accepté et quatre composantes du Système d'information sur la recherche dans le domaine des pesticides sont maintenant entièrement opérationnelles. Ainsi, la phase III de la mise au point du système est terminée.

Cinquante-trois cultivars de pomme de terre faisant partie du recueil des cultivars homologués de la Direction générale ont été décrits. Vingt feuilles rédigées en 9 langues sont maintenant prêtes à être imprimées. Ces travaux ont été réalisés de concert avec les Directions générales de la production et de l'inspection des aliments, et de la commercialisation et de l'économie.

Le Service a continué d'importer des parasites et des prédateurs d'insectes pour le compte de la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada et du Service canadien des forêts

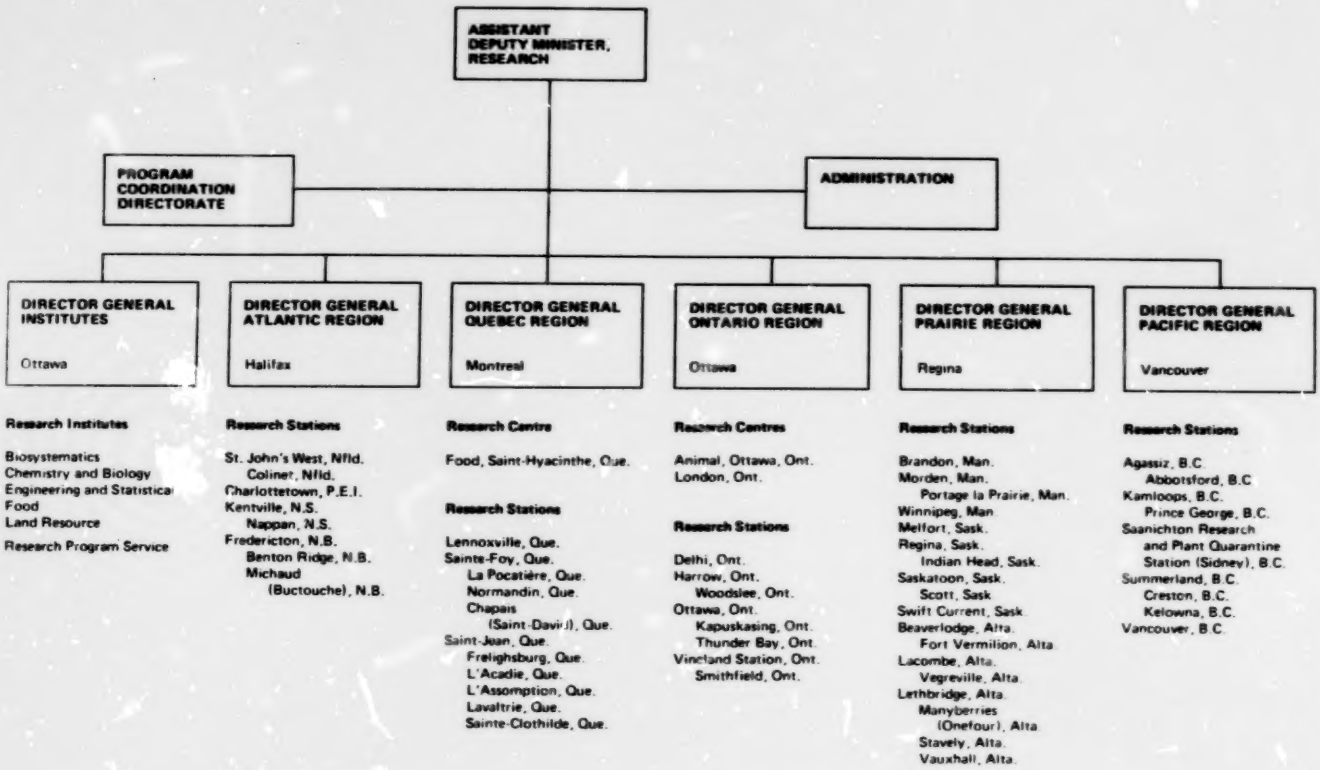
were 11 parasite species involved and a total of 38 000 individuals, including 34 000 of one species.

Under the coordination of international exchanges on science and technology, 58 scientists were received by the Branch: there were 11 missions from France; three missions from the USSR; two missions each from Federal Republic of Germany, Czechoslovakia, and New Zealand; and one mission each from People's Republic of China, Brazil, Zimbabwe, the United Kingdom, Jamaica, and Egypt. We sent three scientists to the USSR, 13 to France, and one to Czechoslovakia, all under scientific exchange programs.

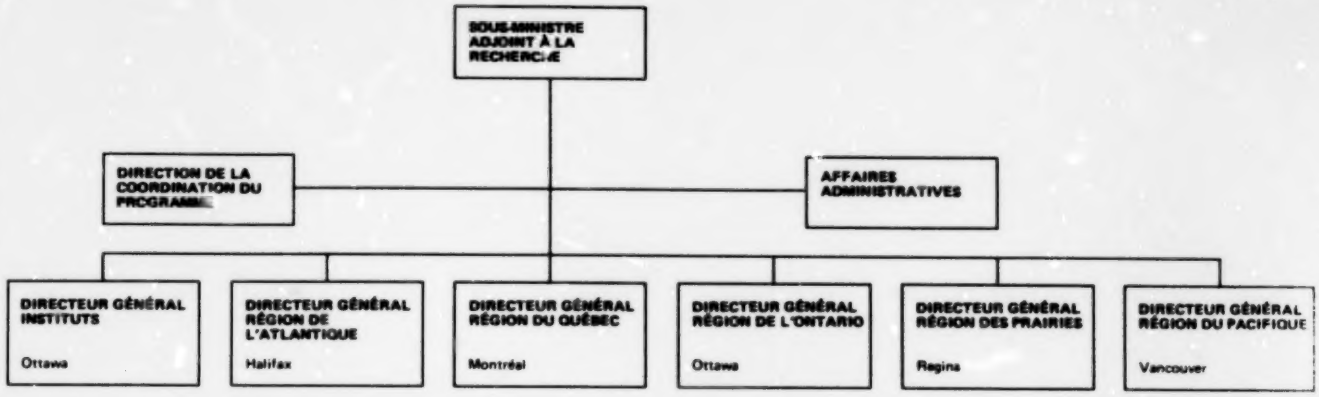
du ministère de l'Environnement du Canada. En 1983, il y a eu 22 chargements provenant de 10 pays et contenant plus de 630 000 spécimens d'hôtes et de parasites, y compris 500 000 d'une même espèce, qui ont été utilisés dans 7 projets agricoles et 3 projets forestiers. Enfin, Ottawa a envoyé 36 chargements pour des lâchers d'insectes ou des études de laboratoire dans sept provinces. Il s'agissait de 11 espèces parasites et d'un total de 38 000 spécimens, y compris 34 000 d'une même espèce.

Au plan de la coordination des échanges internationaux en sciences et en technologie, la Direction générale a accueilli 58 chercheurs: elle a reçu 11 délégations de France, 3 de l'U.R.S.S., 2 de la République fédérale d'Allemagne, de Tchécoslovaquie et de Nouvelle-Zélande, et une de la République populaire de Chine, du Brésil, du Zimbabwe, du Royaume-Uni, de la Jamaïque et de l'Égypte. En contrepartie, la Direction générale a envoyé 3 chercheurs en U.R.S.S., 13 en France et 1 en Tchécoslovaquie, dans le cadre de programmes d'échanges scientifiques.

Appendix I
Organization of the Research Branch



Annexe I
Structure de la Direction générale de la recherche



Instituts de recherche

Aliments
Biosystématique
Chimie et biologie
Technique et statistique
Terres

Service aux programmes de recherche

Stations de recherche

Saint-Jean (T.-N.)
  Colinet (T.-N.)
Charlottetown (Î.-P.-É.)
Kentville (N.-É.)
  Nappan (N.-É.)
Fredericton (N.-B.)
  Benton Ridge (N.-B.)
  Michaud (Buctouche) (N.-B.)

Centre de recherche

Aliments
  (Saint-Hyacinthe) (Québec)

Stations de recherche

Lennoxville (Québec)
Sainte-Foy (Québec)
  La Pocatière (Québec)
  Normandin (Québec)
  Chapais (Saint-David) (Québec)
Saint-Jean (Québec)
  Frelighsburg (Québec)
  L'Acadie (Québec)
  L'assomption (Québec)
  Lavaltrie (Québec)
  Sainte-Clothilde (Québec)

Centres de recherche

London (Ont.)
Zootechnie (Ottawa) (Ont.)

Stations de recherche

Delhi (Ont.)
Harrow (Ont.)
  Woodslee (Ont.)
Ottawa (Ont.)
  Kapuskasing (Ont.)
  Thunder Bay (Ont.)
Vineland Station (Ont.)
  Smithfield (Ont.)

Stations de recherche

Brandon (Man.)
Morden (Man.)
  Portage-la-Prairie (Man.)
Winnipeg (Man.)
Melfort (Sask.)
Regina (Sask.)
  Indian Head (Sask.)
Saskatoon (Sask.)
  Scott (Sask.)
Swift Current (Sask.)
Beaverlodge (Alb.)
  Fort Vermilion (Alb.)
Lacombe (Alb.)
  Végreville (Alb.)
Lethbridge (Alb.)
  Manyberries (Onefour) (Alb.)
  Stavely (Alb.)
  Vauxhall (Alb.)

Stations de recherche

Agassiz (C.-B.)
  Abbotsford (C.-B.)
Kamloops (C.-B.)
  Prince George (C.-B.)
Station de recherche et de quarantaine des plantes de Saanichton (Sidney) (C.-B.)
Summerland (C.-B.)
  Creston (C.-B.)
  Kelowna (C.-B.)
Vancouver (C.-B.)

Appendix II
Map of research establishments

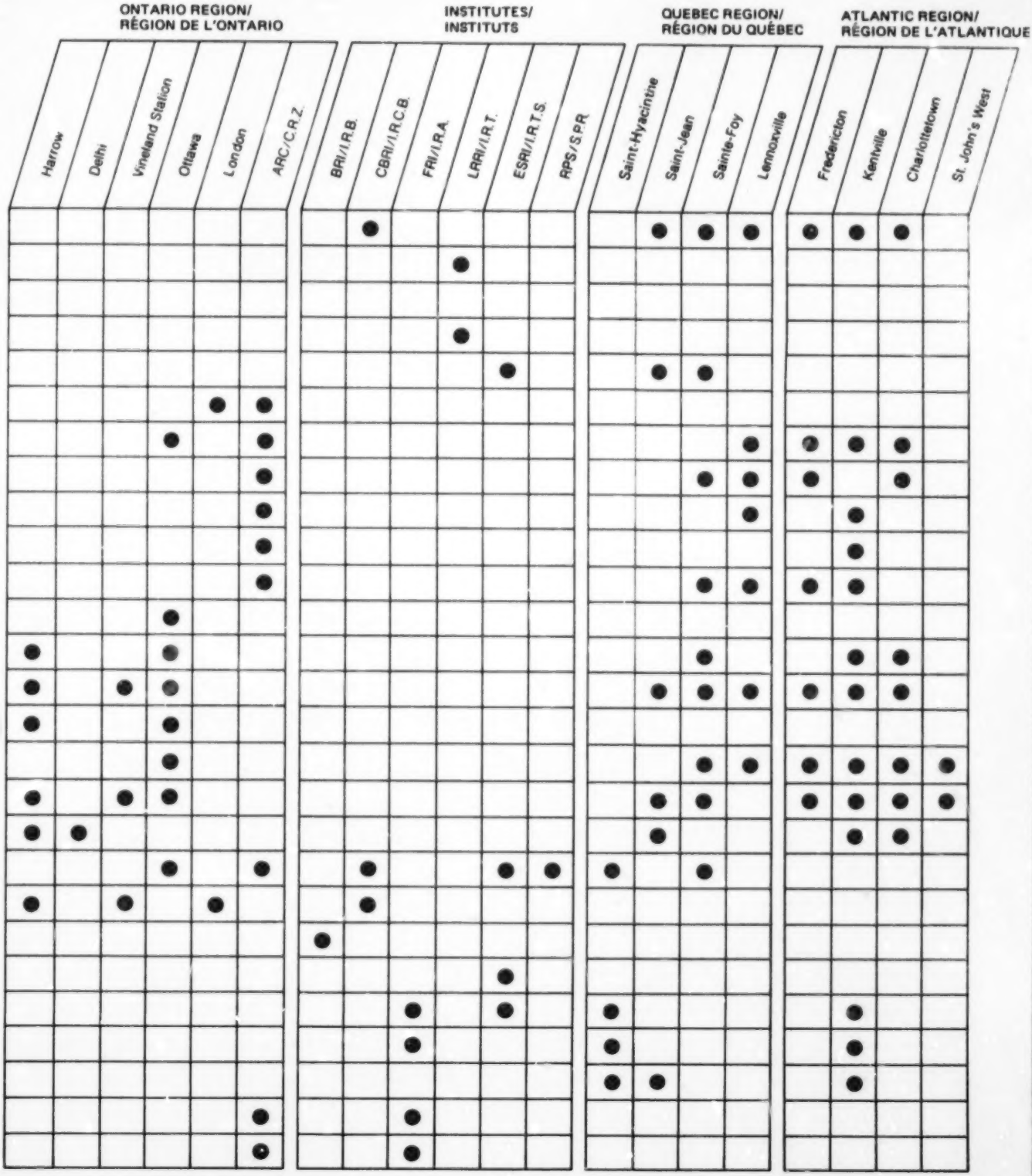
Annexe II
Carte des établissements de recherche

*CENTRES, INSTITUTES AND SERVICES	*CENTRES, INSTITUTS ET SERVICES
Animal Research Centre	Centre de recherches zootechniques
Food Research Centre	Centre de recherches alimentaires
London Research Centre	Centre de recherches de London
Biosystematics Research Institute	Institut de recherches biosystématiques
Chemistry and Biology Research Institute	Institut de recherches chimiques et biologiques
Engineering and Statistical Research Institute	Institut de recherches techniques et statistiques
Food Research Institute	Institut de recherches sur les aliments
Land Resource Research Institute	Institut de recherches sur les terres
Research Program Service	Service aux programmes de recherche

Appendix III
Activities of research establishments

Annexe III
Activités des établissements de la Direction générale de la recherche

OBJECTIVES/OBJECTIFS	PACIFIC REGION/ RÉGION DU PACIFIQUE					PRAIRIE REGION/ RÉGION DES PRAIRIES										
	Saanichton (Sidney)	Vancouver	Agassiz	Summerland	Kamloops	Lethbridge	Lacombe	Beaverlodge	Swift Current	Saskatoon	Regina	Melfort	Brandon	Morden	Winnipeg
Soil management Gestion des sols						●	●								
Land use Utilisation des terres															
Irrigation and drainage Irrigation et drainage						●			●						
Meteorology Météorologie								●	●						
Energy Énergie									●						
Environmental quality Qualité de l'environnement						●				●					
Beef cattle Bovins de boucherie			●		●	●	●		●			●	●		
Dairy cattle Bovins laitiers			●			●									
Swine Porcs							●						●		
Poultry Volailles			●						●						
Sheep Moutons						●									
Other animals Autres animaux								●							
Wheat Blé						●		●	●	●	●	●	●		●
Other cereals Autres céréales			●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Oilseeds Oléagineux								●		●		●	●	●	
Forages Cultures fourragères		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Horticulture Horticulture	●	●	●	●		●		●						●	
Field crops Grandes cultures						●					●	●		●	
Supportive research Recherche de soutien						●		●	●		●				
Protection Protection		●				●	●			●	●				●
Biosystematics Biosystématique															
Machinery Machinerie															
Processing Transformation				●			●								
New products Nouveaux produits				●											
Stored products Produits entreposés			●	●											●
Food safety Salubrité des aliments															
Nutrition Nutrition															


ONTARIO REGION/
RÉGION DE L'ONTARIO
INSTITUTES/
INSTITUTS
QUEBEC REGION/
RÉGION DU QUÉBEC
ATLANTIC REGION/
RÉGION DE L'ATLANTIQUE
Harrow
Delhi
Vineland Station
Ottawa
London
ARC/C.R.Z.
BRI/I.R.B.
CBRI/I.R.C.B.
FRI/I.R.A.
LRRI/I.R.T.
ESRI/I.R.T.S.
RPS/S.P.R.
Saint-Hyacinthe
Saint-Jean
Sainte-Foy
Lennoxville
Fredericton
Kentville
Charlottetown
St. John's West

Appendix IV
Program structure of the Research Branch

Departmental aim
The basic aim for Agriculture Canada, within the framework of overall government objectives and in cooperation with provincial governments, is to develop and assist the Canadian agricultural and food system, to provide for the needs of Canadians, for export markets, and for international aid commitments in a manner that ensures: *(a)* dependable supply of safe, nutritious food at reasonable prices to consumers; and *(b)* equitable returns to producers and processors.

Objectives and subobjectives

LAND RESEARCH
To assist in ensuring the maintenance, availability, and better utilization of agricultural land to meet current and future agricultural and food production needs.

1 Soil management and conservation
To obtain an understanding of the properties that limit the productivity of selected soils.

2 Land inventory and evaluation
To obtain a reliable inventory of Canadian soils and to develop improved methods for their characterization, classification, and evaluation.

WATER RESEARCH
To assist in more effective and efficient utilization of water resources for agricultural production.

1 Irrigation, drainage, and desalinization
To improve water management, irrigation, and drainage on Canadian soils in order to increase productivity.

2 Agrometeorology
To increase the use of climate resource information.

ENERGY RESEARCH
To assist in the conservation, production, and utilization of energy throughout the food production system.

1 Energy
To improve on-farm production and the use and conservation of energy.

ENVIRONMENTAL QUALITY RESEARCH
To minimize environmental hazards associated with agricultural production and practices.

1 Environmental quality
To develop agricultural management practices consistent with production and environmental requirements.

ANIMAL PRODUCTION DEVELOPMENT RESEARCH
To improve the efficiency of production and the quality of animals in support of market development.

1 Beef cattle
To improve the efficiency of beef production and the quality of beef products.

2 Dairy cattle
To improve the efficiency of milk production.

3 Swine
To improve the efficiency of swine production and the quality of pork and pork products.

4 Poultry
To improve the efficiency of production of eggs and poultry meat and the quality of poultry products.

5 Sheep
To improve the efficiency of sheep production and the quality of mutton and lamb products.

6 Other animals
To improve the efficiency of production of other animals and bees, and the quality of their products.

CROP PRODUCTION DEVELOPMENT RESEARCH
To improve the efficiency of production and the quality of crops in support of market development.

1 Wheat
To increase production, protection, and utilization of wheat through multidisciplinary research.

2 Other cereal crops
To increase production, protection, and utilization of other cereal crops through multidisciplinary research.

3 Oilseed crops
To increase the efficiency of production, adaptability, and quality of oilseed crops and their products through multidisciplinary research.

4 Forage crops
To increase the efficiency of forage crop production systems and the quality of forage crops through multidisciplinary research.

5 Horticultural crops
To improve the efficiency of production and the quality of horticultural crops through multidisciplinary research.

6 Field crops
To improve the efficiency of production and quality of field crops such as tobacco, field peas, buckwheat, new crops, and field beans.

PRODUCTION SUPPORT RESEARCH
To ensure the availability and development of basic support services necessary for food and agricultural production.

1 Supportive research and development
To provide research information on crops, animals, and soils.

2 Protection
To provide new general research information on the protection of crops from diseases, insects, and weeds, and on animal protection.

3 Biosystematics
To clarify the taxonomy of and provide identification services for vascular plants, insects, arachnids, nematodes, and fungi found in Canada.

FARM INPUT SUPPLY RESEARCH
To assist in ensuring the availability and quality of basic inputs to the food and agricultural production system.

1 Machinery and structural research
To provide information and technology needed for improving and better utilizing farm structures and machinery.

INTERNATIONAL DEVELOPMENT
To assist developing countries, directly and through international organizations, in becoming more self-reliant in food supplies and to provide assistance during food crises.

REGIONAL DEVELOPMENT
To facilitate development of the agri-food sector in each region — in accordance with its market potential — in collaboration with provincial government departments, federal departments, and nongovernmental organizations.

PROCESSING RESEARCH
To promote increased technological innovation and efficiency in the processing sector.

1 Processing technology
To develop new food processing technology and to improve the efficiency and effectiveness of food processing systems, including background research on the chemical and physical changes that take place during processing, and evaluation at a pilot-plant scale, as required.

2 New product development
To develop and characterize useful new ingredients or products for presentation to private industry for evaluation and application, and to develop the technology required to produce them, including evaluation at a pilot-plant scale, as required.

DISTRIBUTING — RESEARCH
To increase efficiency in the distribution sector.

1 Stored products
To improve the technology and effectiveness of off-farm storage of fresh fruits and vegetables, and to reduce losses in stored grains and oilseeds by controlling insects.

Annexe IV
Structure du programme de la Direction générale de la recherche

Objectif du Ministère
L'objectif fondamental d'Agriculture Canada, dans le cadre de l'ensemble des objectifs gouvernementaux et en collaboration avec les administrations provinciales, est de développer le circuit agro-alimentaire canadien et de l'aider à répondre aux besoins des marchés intérieurs et extérieurs et à remplir ses engagements en matière d'aide internationale de manière à assurer: *(a)* aux consommateurs, un approvisionnement sûr d'aliments sains et nutritifs à prix raisonnables et *(b)* aux producteurs et aux transformateurs, une rémunération équitable.

Objectifs et sous-objectifs

TERRES
Contribuer à assurer le maintien, la disponibilité et une meilleure utilisation des terres agricoles de manière à répondre aux besoins actuels et futurs de la production agro-alimentaire.

1 Utilisation et conservation des sols
Parvenir à comprendre les propriétés qui limitent la productivité de certains sols.

2 Inventaire et évaluation des terres
Constituer un inventaire complet des sols canadiens et améliorer les méthodes qui permettent de les caractériser, de les classer et de les évaluer.

EAU
Contribuer à rendre plus efficace l'utilisation des ressources hydriques en agriculture.

1 Irrigation, drainage et dessalage
Améliorer les techniques d'utilisation de l'eau, d'irrigation et de drainage des sols canadiens afin d'en augmenter la productivité.

2 Agrométéorologie
Accroître l'utilisation de l'information disponible sur les ressources climatiques.

ÉNERGIE
Aider à la conservation, à la production et à l'utilisation de l'énergie dans tout le circuit de production alimentaire.

1 Énergie
Améliorer la production, l'utilisation et la conservation de l'énergie à la ferme.

QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT
Réduire au minimum les torts causés à l'environnement par les opérations agricoles.

1 Qualité de l'environnement
Élaborer des modes d'exploitation agricole compatibles avec les exigences de la production et celles de la protection de l'environnement.

DÉVELOPPEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES
Accroître l'efficacité de la production et améliorer la qualité des animaux de manière à favoriser l'expansion des marchés.

1 Bovins de boucherie
Accroître l'efficacité de la production bovine et améliorer la qualité des produits.

2 Bovins laitiers
Accroître l'efficacité de la production laitière.

3 Porcs
Accroître l'efficacité de la production porcine et améliorer la qualité de la viande et des produits dérivés.

4 Volaille
Accroître l'efficacité de la production d'œufs et de volaille, et améliorer la qualité des produits avicoles.

5 Ovins
Accroître l'efficacité de l'élevage ovin et améliorer la qualité des produits du mouton et de l'agneau.

6 Autres animaux
Accroître l'efficacité de la production des abeilles et autres animaux, et améliorer la qualité de leurs produits.

DÉVELOPPEMENT DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES
Accroître l'efficacité de la production et améliorer la qualité des cultures de manière à favoriser l'expansion des marchés.

1 Blé
Poursuivre des recherches pluridisciplinaires afin d'améliorer la production, la protection et l'utilisation du blé.

2 Autres cultures céréalières
Poursuivre des recherches pluridisciplinaires afin d'améliorer la production, la protection et l'utilisation des autres cultures céréalières.

3 Oléagineux
Mener des recherches pluridisciplinaires afin d'améliorer l'efficacité de la production, l'adaptabilité et la qualité des oléagineux et de leurs produits.

4 Cultures fourragères
Poursuivre des recherches pluridisciplinaires afin d'augmenter l'efficacité des systèmes de production des cultures fourragères ainsi que la qualité de ces dernières.

5 Cultures horticoles
Améliorer, par le biais de la recherche pluridisciplinaire, l'efficacité de la production et la qualité des cultures horticoles.

6 Grandes cultures
Améliorer l'efficacité de la production et la qualité des grandes cultures comme le tabac, le pois sec, le haricot sec, le sarrasin et les nouvelles cultures.

AIDE À LA PRODUCTION
Assurer la mise au point et la disponibilité des services auxiliaires nécessaires à la production agro-alimentaire.

1 Recherche et développement
Fournir des données scientifiques sur les cultures, les animaux et les sols.

2 Protection
Fournir de nouvelles données scientifiques sur la protection des cultures contre les maladies, les insectes et les mauvaises herbes, et sur la protection des animaux.

3 Biosystématique
Clarifier la taxonomie et assurer des services d'identification des plantes vasculaires, des insectes, des arachnides, des nématodes et des champignons du Canada.

FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE
Contribuer à assurer la disponibilité et la qualité des moyens de production fondamentaux au secteur agro-alimentaire.

1 Machines et bâtiments agricoles
Mettre au point les données et les techniques nécessaires à l'amélioration et à une meilleure utilisation des bâtiments et des machines agricoles.

DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL
Aider les pays en développement, tant directement que par l'entremise des organisations internationales, à accroître leur autonomie de production alimentaire, et venir en aide aux victimes de disette alimentaire.

DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
Favoriser le développement du secteur agro-alimentaire dans chaque région, en fonction de ses possibilités de marché, en collaboration avec les ministères provinciaux, fédéraux et les organismes non gouvernementaux.

TRANSFORMATION
Favoriser l'innovation technologique et l'efficacité dans le secteur de la transformation.

1 Technologie de la transformation
Élaborer de nouvelles techniques de transformation alimentaire et améliorer l'efficacité des systèmes existants, y compris la recherche fondamentale sur les altérations chimiques et physiques que subissent les aliments au cours de la transformation, ainsi que leur évaluation en usine pilote, le cas échéant.

2 Mise au point de nouveaux produits
Mettre au point et caractériser de nouveaux ingrédients ou produits utiles en vue de les faire évaluer et fabriquer par le secteur privé et mettre au point également la technologie nécesssaire à leur production, y compris l'évaluation en usine pilote, le cas échéant.

DISTRIBUTION
Accroître l'efficacité du secteur de la distribution.

1 Produits de conservation et d'entreposage
Améliorer les techniques et l'efficacité de la conservation des fruits et des légumes frais à l'extérieur de la ferme et réduire les pertes de céréales et d'oléagineux dans les entrepôts par une lutte soutenue contre les insectes.

FOOD QUALITY AND NUTRITION RESEARCH

To ensure safety, quality, and nutritive value of edible agricultural products.

1 Food safety

To increase consumer protection by conducting research to reduce antinutritional factors and microbiological and chemical contaminants in agricultural products and food.

2 Nutrition

To assist in improving the general level of nutrition of Canadian consumers.

EXECUTIVE AND GENERAL MANAGEMENT

To provide managerial, financial, personnel, and administrative services required for the efficient management of the Branch.

TECHNICAL INFORMATION DISSEMINATION

To provide information on the agricultural and food system and ensure public awareness of Branch policies and programs.

QUALITÉ ET VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS

Voir à la salubrité, à la qualité et à la valeur nutritive des produits agricoles comestibles.

1 Salubrité des aliments

Augmenter la protection du consommateur par des recherches qui visent à réduire les facteurs antinutritionnels et les contaminants microbiologiques et chimiques dans les produits agricoles et les aliments.

2 Nutrition

Contribuer à améliorer en général le régime alimentaire du consommateur canadien.

DIRECTION ET GESTION GÉNÉRALE

Fournir les services nécessaires dans les domaines de la gestion, des finances, du personnel et de l'administration afin d'assurer une gestion efficace de la Direction générale.

DIFFUSION DE L'INFORMATION TECHNIQUE

Diffuser de l'information à l'intention du circuit agro-alimentaire et s'assurer que le public est au courant des programmes et des politiques de la Direction générale.